

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(一)科

第三名

082810

歡迎光臨

-以光敏電阻做為教室照度偵測與控制研究

學校名稱：臺中市南屯區惠文國民小學

作者：	指導老師：
小五 謝婕妤	陳俊明
小五 洪愷澤	陳易昌
小五 李瑛蕙	
小五 陳冠宇	
小五 曾煜凱	

關鍵詞：光敏電阻、arduino、照度

摘要

適當的照明可以讓我們閱讀更加舒適，可是太暗和太亮的光線會傷害眼睛，教育部訂定有教室適合閱讀照明標準，然而教室光線是動態的，不同時間照度不同，如果能在教室裡裝設照度偵測器，教室裡的老師和學生才能隨時掌握光線變化。我們先以光敏電阻連接 `arduino` 測試是否能準確偵測照度，由實驗結果顯示，光敏電阻的偵測值和照度呈線性關係。進一步，在我們的模組增加紅、綠、黃 LED 燈，當照射超過 750LUX 光線時，模組會顯示黃燈，光線低於 350LUX 時，會亮出紅光，在 350~750 之間，則顯示綠光，這樣的裝置可作為教室照度偵測顯示器，當不同燈號顯示，可有不同的因應方式。我們的模組也可以進一步主動控制教室燈源，以教室模型和 110V 燈泡實驗都很成功。

壹、研究動機

聽老師說以前學姊進行過一個研究，發現教室裡的照度並不均勻，部分區域太亮，部分區域則太暗，如果明暗區域的差距越大，在教室的我們視力就會受到傷害。我們跟老師說，那不就把教室的燈都打開，不就會均勻了!老師說，理論是這樣沒錯，但教室裡的光線隨時在變化，開燈反而會讓亮的區域更亮呢!這讓我想到，如果可以設計一個裝置放在教室裡，當教室的照度不足，它就顯示一種燈號，太亮會顯示另一種燈號，這不就太好了，我把我的想法跟老師討論，剛好社團裡正在研究 `arduino` 的使用，於是就利用 `arduino` 來設計我們的實驗裝置。

貳、研究目的

- 一、了解教室光線分布情形。
- 二、探討光敏電阻偵測值與照度的關係。
- 三、學習 `arduino` 程式語法。
- 四、製作模型。
- 五、學習正確控制顯示燈號的方法
- 六、理解控制燈源開關的語法與硬體設計

參、研究設備與材料

一、研究器材設備:

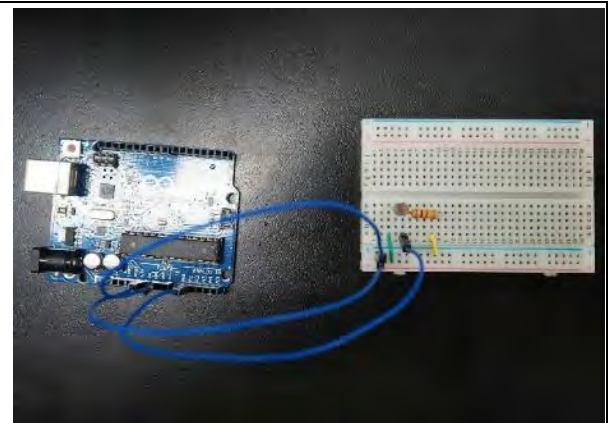
- | | | | | |
|--------|------|-------------|-------|-------|
| 1.照度計 | 2.捲尺 | 3.arduino 板 | 4.麵包板 | 5.測距儀 |
| 6.切割工具 | 7.支架 | 8.手電筒 | 9.電腦 | |

二、研究材料:

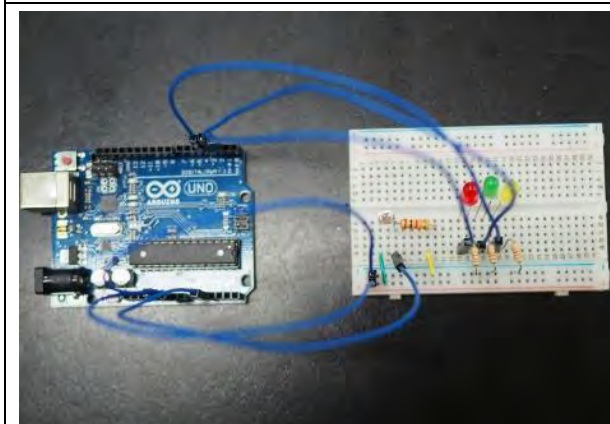
- | | | | | |
|-------|---------|-------|-------|--------|
| 1.杜邦線 | 2.珍珠板 | 3.白奶紙 | 4.紙膠帶 | 5.保麗龍膠 |
| 6.灰卡紙 | 7.LED 燈 | 8.網路線 | | |



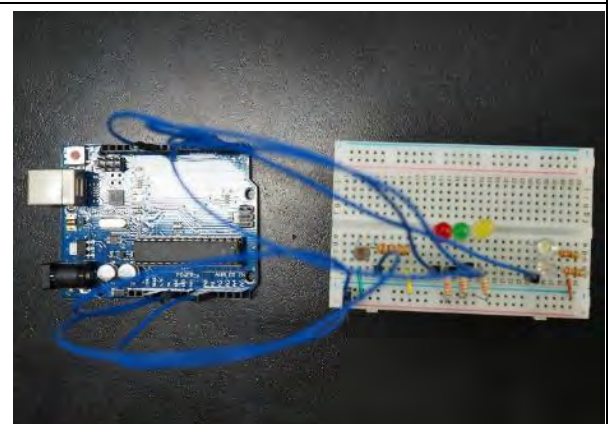
實驗用教室模型



第一代裝置(偵測裝置)



第二代裝置(偵測-顯示裝置)



第三代裝置(偵測-顯示-控制裝置)

肆、研究方法、結果與討論

一、研究架構



研究一 教室照度測量與探討

- 決定教室測點
- 了解教室分布



研究二 第一代裝置(照度偵測裝置)

- 組裝光敏電阻偵測模組
- 光敏電阻輸出與照度的關係



研究三 製作教室模型

- 教室模型製作
- 以LED燈模擬教室燈源



研究四 第二代裝置(照度偵測-警示裝置)

- 建立照度偵測顯示模組
- 測試顯示正確性



研究五 第三代裝置(照度偵測-警示-控制裝置)

- 能不能依據光線強弱控制模型燈源
- 能不能控制蛇燈開關

二、研究內容

研究一 教室照度測量與探討

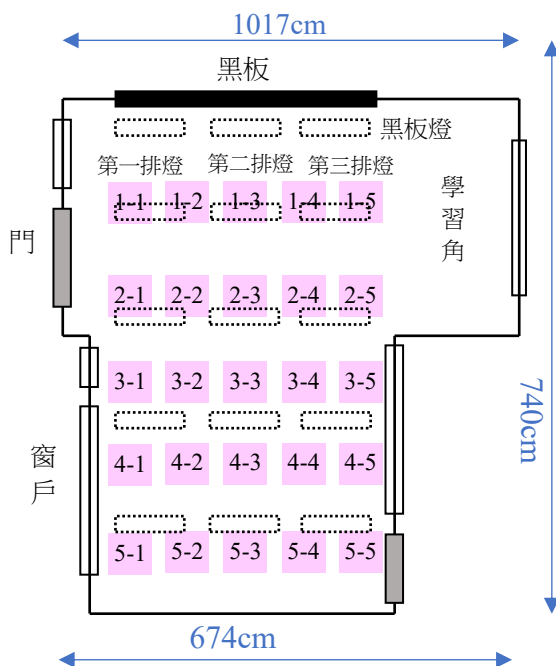
寫功課的時候，常常會因為燈光照下來的時候，會有些地方不能照到，導致要時常調檯燈的位置，以及燈照出來的光，會不會傷到我們的眼睛，所以我們進一步的了解教室照度分布的情形，看看教室那些地方比較照不到，不同照明教室的照度改變，哪一種燈光比較適合讀書。

(一)、照度標準

作業種類	教室名稱	桌面照度 (LUX)	地板面照度 (LUX)	黑板面照度 (LUX)
極精細作業	製圖教室、縫紉教室	750	--	500
精細作業	普通教室、實驗教室、電腦教室、自然教室、社會教室、美術教室、工藝教室、家政教室、會計教室、英打教室、視聽教室、語言教室、攝影教室、餐飲教室、音樂教室	500	--	500
普通作業	舞蹈教室	--	300	500

(二)、研究方法

1.教室平面圖與測點選擇：教室基本上要 1.光線充足 2.不能有雜物 3.季節 4.時間，這樣的話在測的時候，才會比較適合測量，也要考慮到季節的因素，如果今天是冬天太陽會從東偏南升起，理論上教室右邊後面會比較亮，但如果今天是夏天的話，太陽會從東偏北升起，教室右邊上面照度值較大，所以也要考慮到時間的問題，因為上下午太陽所在的方位不同，照射到教室的區域也會不一樣。



▲ 教室平面圖



▲ 教室內部照片


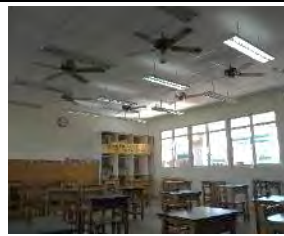

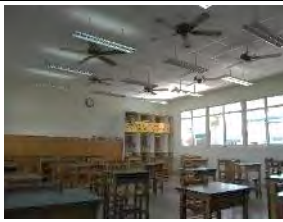


2.測點選擇：測點要選擇是每一大格的中心點，這樣數據才不會亂跳，我們原本選擇為 12

個測點，但這樣的距離可能比較不平均，所以改成 25 個測點，橫為 5 格、長為 5 格。

3. 實驗步驟

		
1. 教室布置為 25 個測點，橫為 5 格、長為 5 格。	2. 正式測量前先曝光照度計兩分鐘，使數值穩定。	3. 測量每個測點的照度。

4. 室內照明：

			
燈全關	開第一排燈	開第二排燈	開第三排燈
			
燈開一、二	燈開一、三	燈開二、三	燈全開

(三)、研究結果

燈全關					開第一排燈					開第二排燈					開第三排燈				
575	303	197	191	245	502	673	401	382	224	596	513	614	423	445	641	349	410	596	509
318	252	222	223	226	615	827	440	351	253	411	699	754	471	367	291	442	440	650	486
209	310	281	257	170	638	893	503	383	246	472	858	860	500	294	284	479	580	791	504
199	305	239	247	177	646	828	443	344	349	365	759	821	516	277	343	545	534	754	469
160	262	224	214	208	953	662	377	314	448	263	633	637	423	820	240	454	487	577	363

開第一、二排燈					開第二、三排燈					開第一、三排燈					燈全開				
1026	896	676	464	424	681	598	739	747	581	756	638	442	632	539	708	710	702	677	517
981	1141	893	532	373	512	669	886	872	539	651	805	587	736	533	632	933	902	836	516
1111	1290	998	609	385	577	803	1031	987	606	678	909	691	848	547	633	1002	1035	948	546
1278	1244	952	601	399	610	791	1000	946	591	692	770	673	774	512	626	962	958	909	533
812	967	743	463	338	360	603	728	871	443	674	828	650	786	531	482	694	690	655	412

※ 黃色表示該測點照度高於 750LUX，紅色表示該測點照度低於 350LUX。

▼代表開燈的位置

(四)、研究照片

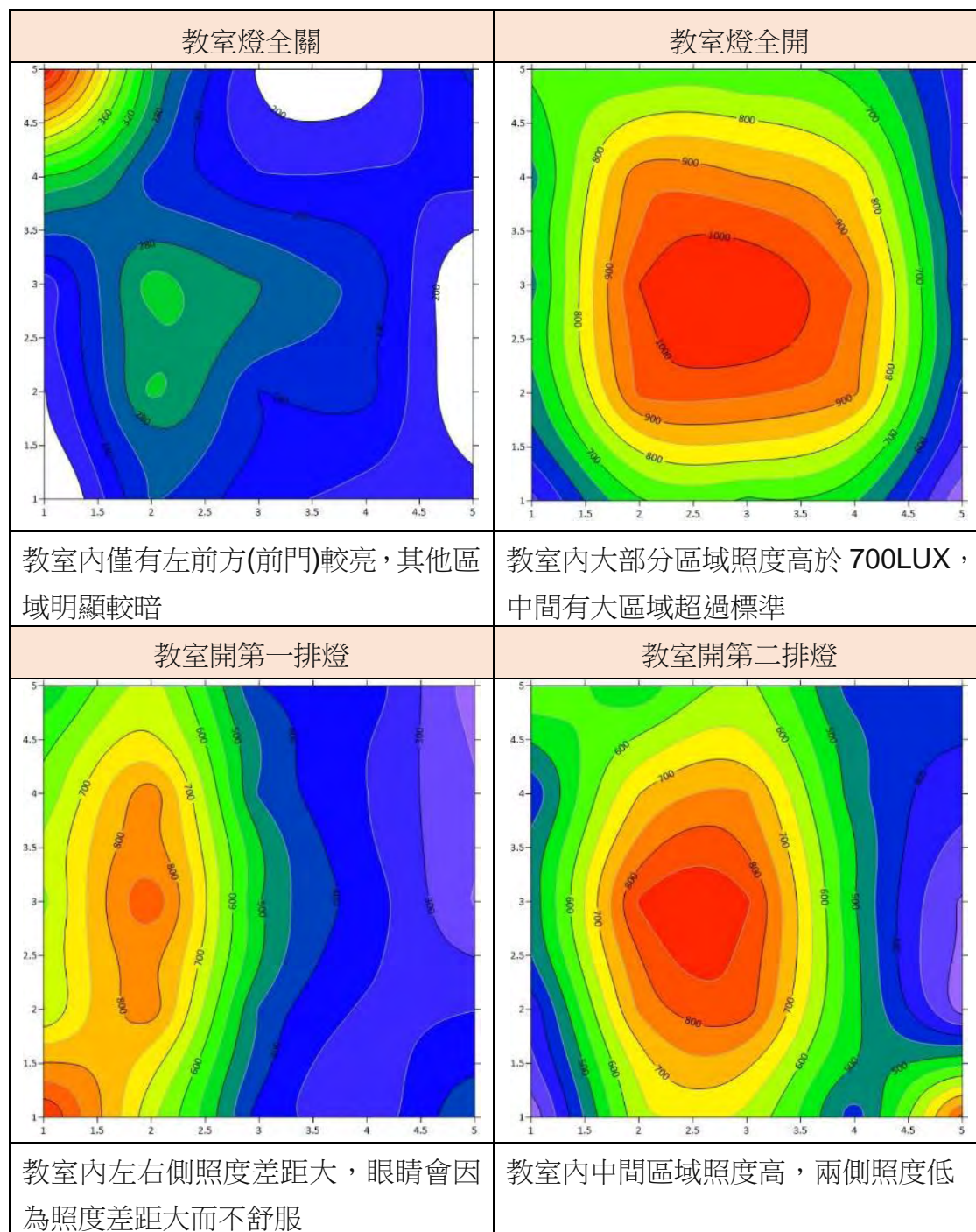
		
學校走廊寬度很寬，太陽光不會直射入教室內。	這是我們在測量測點要如何擺放，取測點跟測點的距離。	測量照度

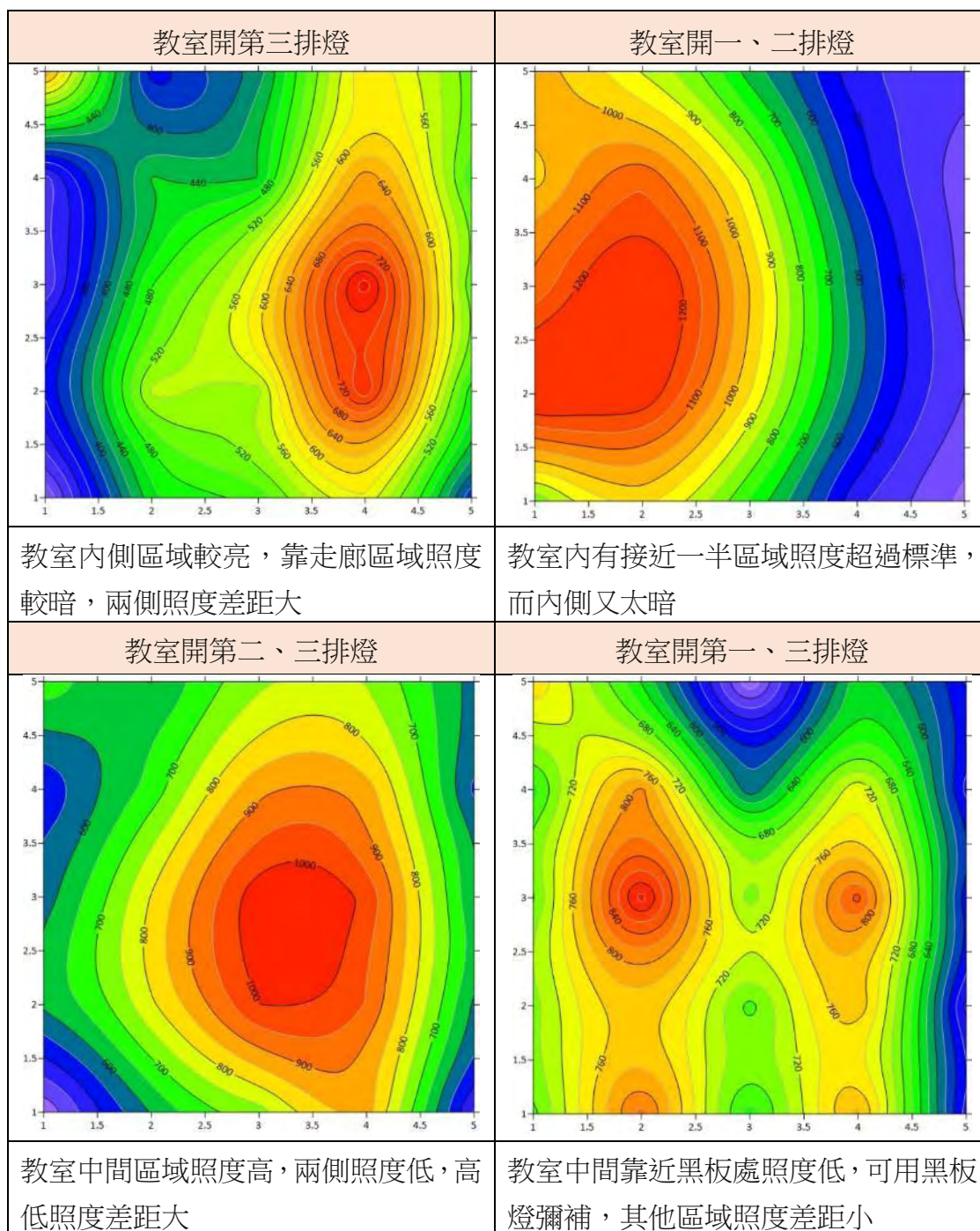
(五)、研究發現、觀察與討論

- 1.照度分析:燈全開、燈全關：燈全開時，中間的測點會比較亮，這對坐在教室中間的同學可能會比較傷眼，但坐在教室後面兩點的同學，燈光會沒照到那麼多，當然對眼睛也會造成傷害，在教室旁邊的同學照度就剛剛好在照度標準內，就比較不會傷眼。**燈全關時，各個測點差距太大，有的座位跳到 900、800LUX，但有些測點照度卻只有 200LUX 而已，這樣反而傷眼程度會比燈全開來的不好**，所以在一個教室裡面，有兩種方法會比較不傷眼，一是燈光太亮或太暗的座位，用眼不要用太久，二是座位方式改變。
- 2.照明對教室的影響：照明對一個教室來說很重要，如果一個教室沒有燈光的話，有可能整個教室的測點都會過暗，**所以在一個教室裡面，燈光不能太暗也不能太亮，也不能一邊斜光，一邊直光，要全部都一樣，所以要適時的調出照度良好的燈光。**
- 3.均齊度探討：均齊度指的是每一個測量點的照度和全部測點平均照度的比較值。數字等於 1，代表該測點的照度和平均照度相同；大於 1，代表比平均照度亮；小於 1，則是比平均

照度暗。教室裡的照度如果差距過大，會使眼睛的負擔增加，因此，必須針對遠離 1 的區域進行調整，所以要把燈光調到最好，把遠離 1 的均齊度調到等於 1。

4.把教室測量的照度以軟體繪製成等照圖後，可以方便於分析與觀察教室內部照度的分布情形。等照度圖顏色範圍定在 200LUX 到 1200LUX 範圍，白色代表照度低於 200LUX，其餘顏色按照彩虹顏色排列，紫色照度最低，紅色照度最高。圖片上方為黑板方向，左側為走廊方向。





5.把所有數據綜合分析比較，可獲得以下的表格。由表格數據可以得知，**教室裡如果都沒有開燈時，平均照度僅有 249LUX，低於 350LUX 的區域佔了 96%，且均齊度相差最大。將第一排與第三排的燈開啟時，教室裡的照明最均勻，最高照度僅 848LUX，最低照度仍有 442LUX，均齊度相差 0.73 也是差距最小的。**如果把教室的燈具全開啟時，雖然照度提高了，卻讓教室裡均齊度也變差，達到 0.87。當然，如果可以個別控制每個燈具，對教室光源的分布及能源的節省都會有更好的效果。

	平均照度	最高照度	最高照度均齊度	最低照度	最低照度均齊度	均齊度相差	高照度百分比	低照度百分比
燈全關	249	575	2.31	160	0.64	1.67	0	96
開燈 1	508	953	1.73	224	0.41	1.32	16	24
開燈 2	530	860	1.42	263	0.50	0.92	20	8
開燈 3	489	754	1.62	240	0.49	1.13	8	20
開燈 1、2	750	1278	1.65	399	0.43	1.22	44	4
開燈 2、3	705	1031	1.46	360	0.51	0.95	36	0
開燈 1、3	675	848	1.42	442	0.69	0.73	32	0
燈全開	729	1035	1.45	412	0.58	0.87	36	0

6. 季節預測：太陽高度角會因季節不同而有所改變，對與教室照度是否會產生明顯的變化關係。所以我設想教室不同季節那些地方光線太暗或太亮，春天跟秋天的話，太陽從東邊升起，可能右邊照度會較大，下午左邊可能照度會比較大，高度角如果太高，可能只有照到一點點而已，夏天太陽會從東偏北升起，冬天會從東偏南升起，夏天是教室的前面較亮，冬天則是教室的後面照度較亮，高度角則是冬天會比較小，照到的面積較大，夏天則是高度角較大，理論上會比較小，但因為陽光強烈，所以會照到較大的面積。

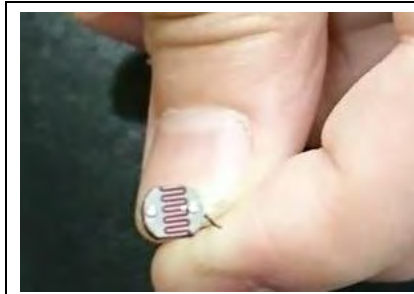
7. 研究結論：燈光要不能太亮也不能太暗，要剛剛好適中，上面有提到，有兩種方案，第一種太亮或太暗的測點不要用眼太久，第二種就是可以改變座位方式，所以經過這次的經驗，提醒到我們用眼不能使用太久，如果燈光真的太亮或太暗，可以換一種燈去書寫。

研究二 以光敏電阻偵測教室照度的研究

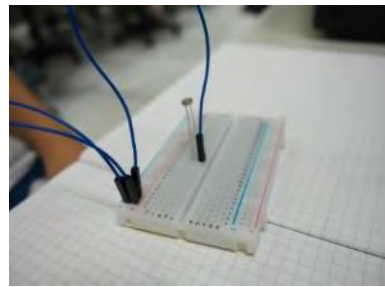
我們想到利用光敏電阻來偵測光線，再由 arduino 來控制燈源的開關。在這個研究我們先探討光敏電阻的輸出值和照度是否有線性關係。

(一)、光敏電阻

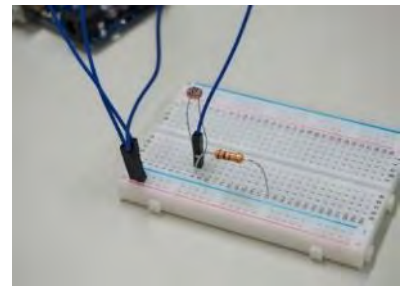
光敏電阻會隨光的亮度而改變電阻的大小，如果現在亮度很高，電阻就很小；相反當亮度很暗時，電阻就很大。它也可以偵測照度，但照度的大小是由電阻的大小來控制的，電阻越大值越大，電阻越小值越小。



光敏電阻。



光敏電阻插在麵包板上。

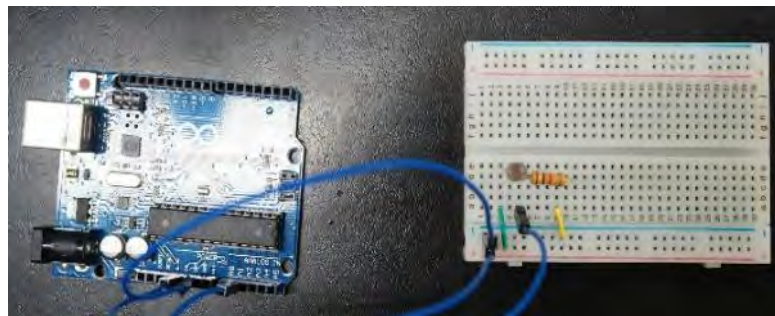


測照度時的裝置。

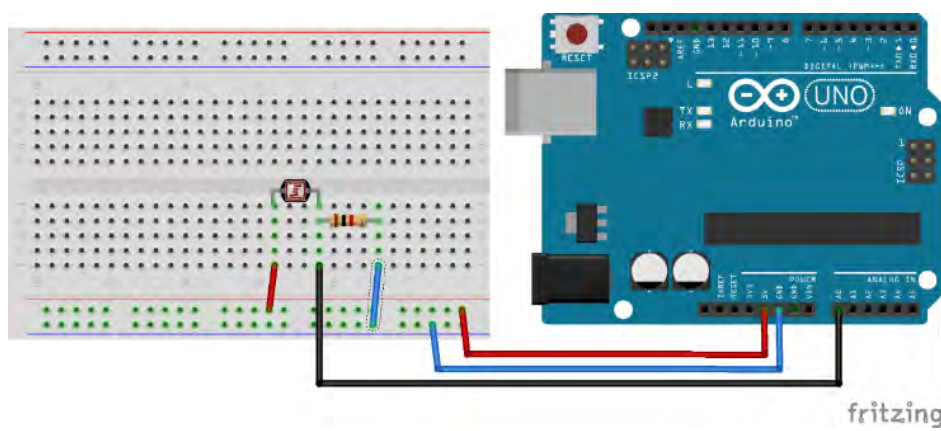
(二)研究方法

1.實驗裝置：

第一代裝置(偵測裝置)



實驗電路圖





2. 程式編寫

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  Serial.println(analogRead(A1));
  delay(1000);
}

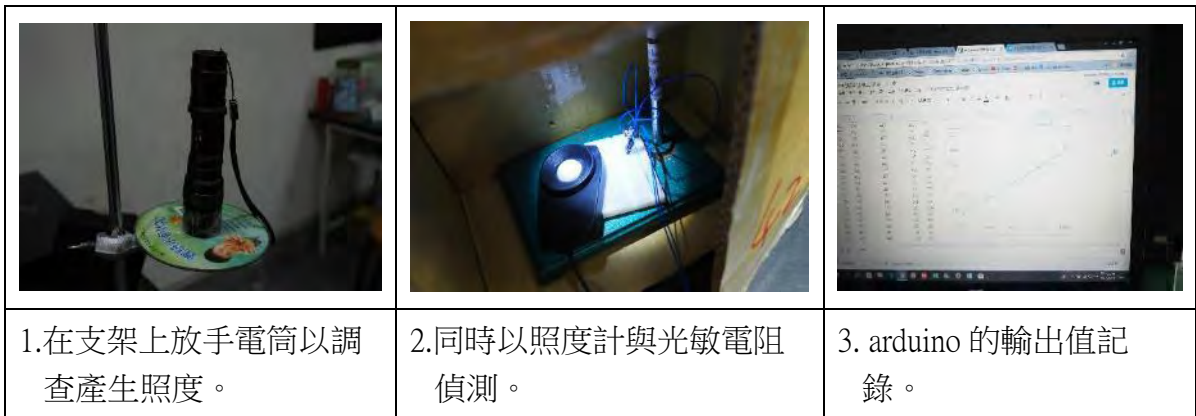
```

開啟序列埠

輸出光敏電阻 A1 的值，而且要換行

延遲 1 秒讀取

3. 照度與光敏電阻輸出關係

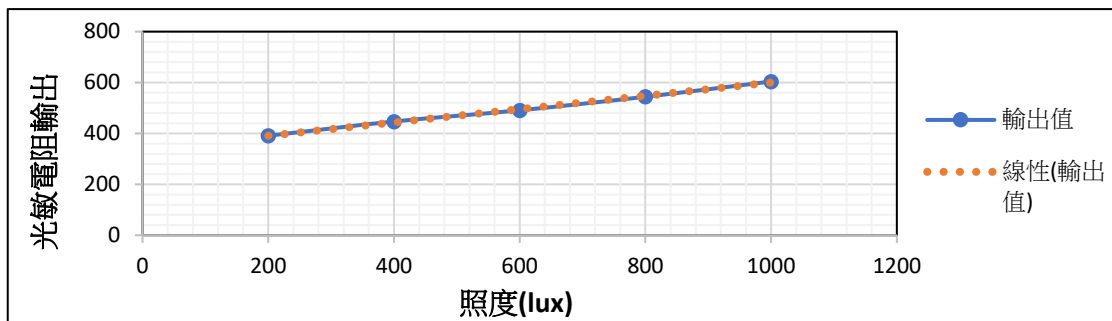


(三) 研究結果

照度 (LUX)	1000	800	700	600	400	200
輸出值	604	544	520	491	447	391

(四)研究發現、觀察與討論

- 1.我們把光敏電阻及一個 1k 的電阻插在麵包板上再以杜邦線連接 Arduino 的 5V 和 GND 上，最後將 Arduino 與電腦相連，當光線照在光敏電阻時會產生輸出值到電腦上。輸出值會在 450~500 之間，數字越大代表光線越強，在後續的研究中，我們會調整這個輸出值來做進一步的控制。
- 2.電阻選擇：不同的電阻會使光敏電阻產生不同範圍的輸出值，我們試過 220、1k、10k 歐姆的電阻，分別以 200LUX 和 2000LUX 照度測試不同光敏電阻的輸出值大小，結果發現三種光敏電阻高低輸出值的差分別為 169、361 和 199。最後我們選出以 1k 歐姆的電阻所得到的輸出值最適當。
- 3.我們把照度計測得的照度值和光敏電阻偵測的輸出值繪製成 XY 散佈圖，如圖所示。圖中實線是實驗結果，而虛線代表線性的結果，這兩條線幾乎重疊，顯示以光敏電阻所測量的數值足以代替照度計的偵測。



4.研究結論

把光敏電阻及一個 1k 的電阻插在麵包板，組成光敏電阻模組，連接 arduino 後，經由程式的控制，確實可以準確偵測，再以校正曲線換算後，獲得照度值，可以取代照度計，隨時監控該區域的照度。

研究三 教室模型製作

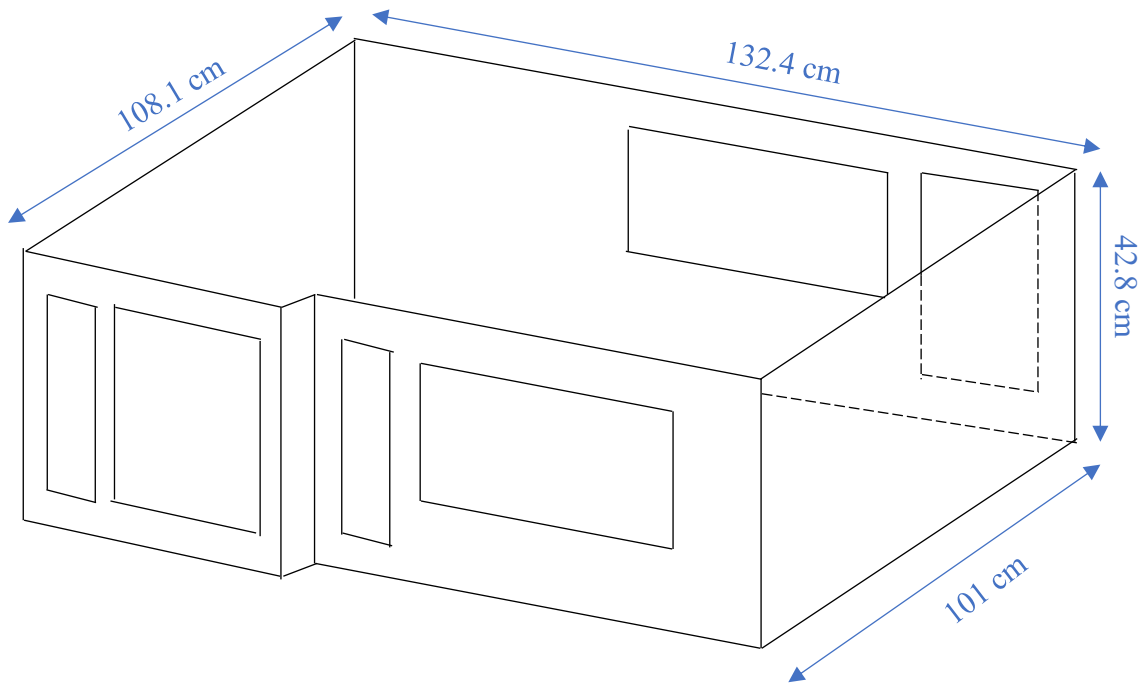
為了實驗上的觀察及控制燈源的方便，我們決定設計教室模型，我們請教了念建築系的學姐，如何製作模型，最後製作出教室比例七分之一的模型、並裝設 LED 燈來代替教室裡的日光燈管。

(一)研究方法

1.教室尺寸丈量：

		
1.研究使用的教室	2.教室外走廊，陽光不會照入教室	3 測量教室的尺寸

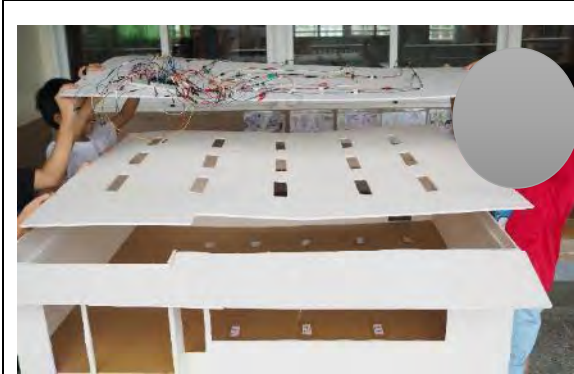
2.設計圖



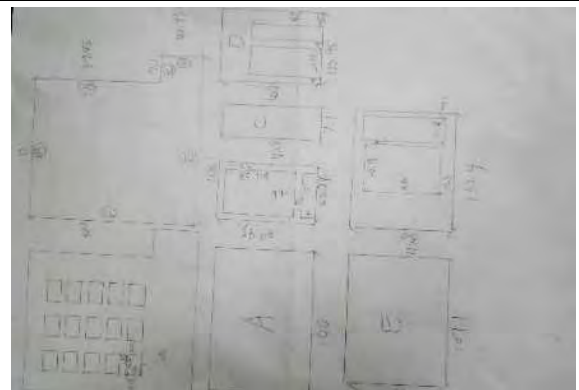
模型正視圖(背景為原教室)



模型側視圖(背景為原教室)



模型頂部，天花板和燈具



模型設計圖

3. 模型製作:

		
1. 依照尺寸裁切珍珠板	2. 組裝地板及牆面切好的珍珠板	3. 在珍珠板上加灰卡紙
		
4. 天花板開口作為燈源位置	5. 加 LED 燈、模擬教室照明	6. 教室模型製作完成

4. 電燈設計:

		
1. LED 燈以熱熔膠固定	2. 兩個 LED 燈並聯	3. 以 ARDUINO 提供電流
		
4. 模型內部	5. 開 LED 燈	6. 開 LED 燈

5. 模型照度測量：以照度計測量模型內部照度

(二)研究結果(照度值)

燈全開(模型內)					燈全關(模型內)				
1290	660	520	510	510	620	456	565	468	249
1180	830	620	580	660	530	536	528	322	273
1460	730	690	780	1370	420	563	584	376	512
1160	890	830	900	1390	550	649	499	463	498
1030	700	750	890	1220	530	677	424	674	486

(三)研究發現、觀察與討論

1.模型設計為什麼設計成教室尺寸的七分之一：

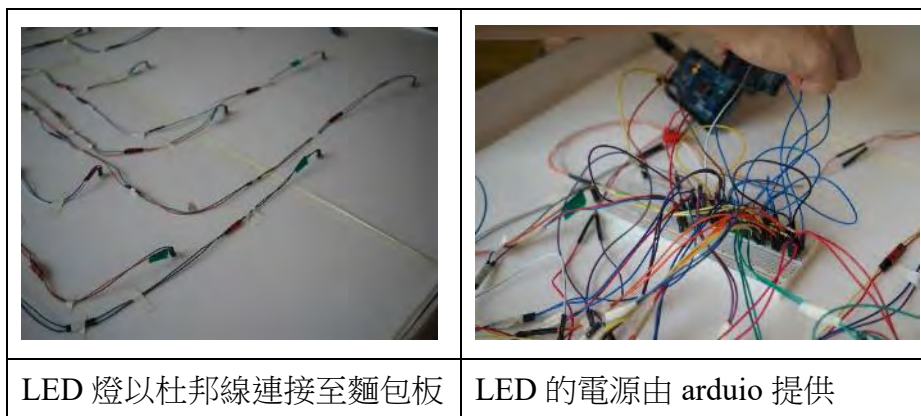
在設計模型縮小比例時、我們首先考慮到的是模型內部的空間是否能進行 25 個測點的測量，其次製作及放置的方便性。透過討論，我們最後決定模型大小原教室尺寸的七分之一最符合我們的需求。

2.走廊的設計：

我們原先只設計教室並未包含走廊，但在測試模型內照度時發現，因為學校走廊的設計有其特殊性，因為走廊寬度很寬，可以避免陽光直接射入教室內，所以我們又增加走廊設計以符合模型內照度的分佈。

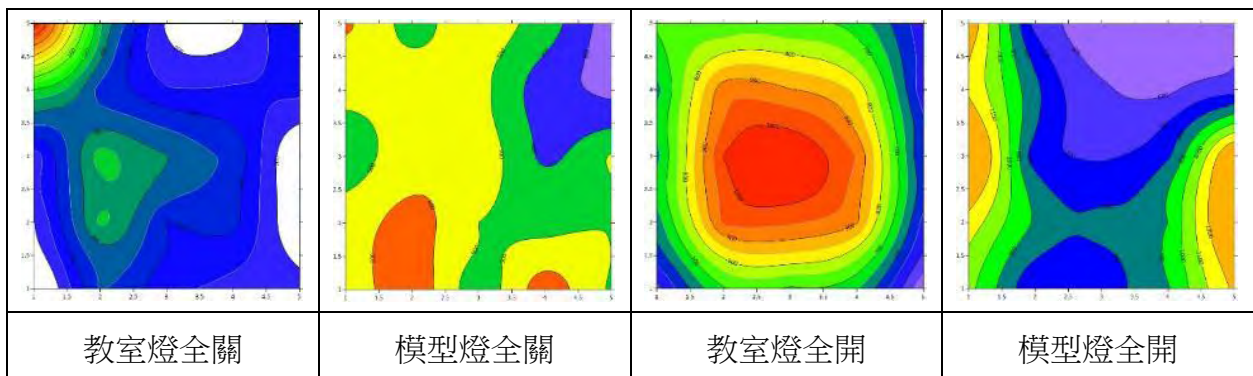
3.燈源設計：

因為模型為教室縮小尺寸，所以在燈源部份，我們按照實際位置在天花板挖了長方形孔洞，在每個孔洞加裝一顆白色 LED 燈作為模擬教室日光燈，再把所有的 LED 燈以並聯方式連接到 arduino 板，來控制來控制 LED 燈的開關。



4.照度結果：

我們把模型放在走廊上測量開燈和不開燈的照度，在不開燈的情形，模型的右前方最暗，而左側前方最亮，而教室實測時左前方最亮，右後方最暗，這可能是我們的模型沒有作學習角的部分，導致該區域照度偏低，但其他區域大致符合。模型開燈時，模型內的照度值明顯高於教室實測值。

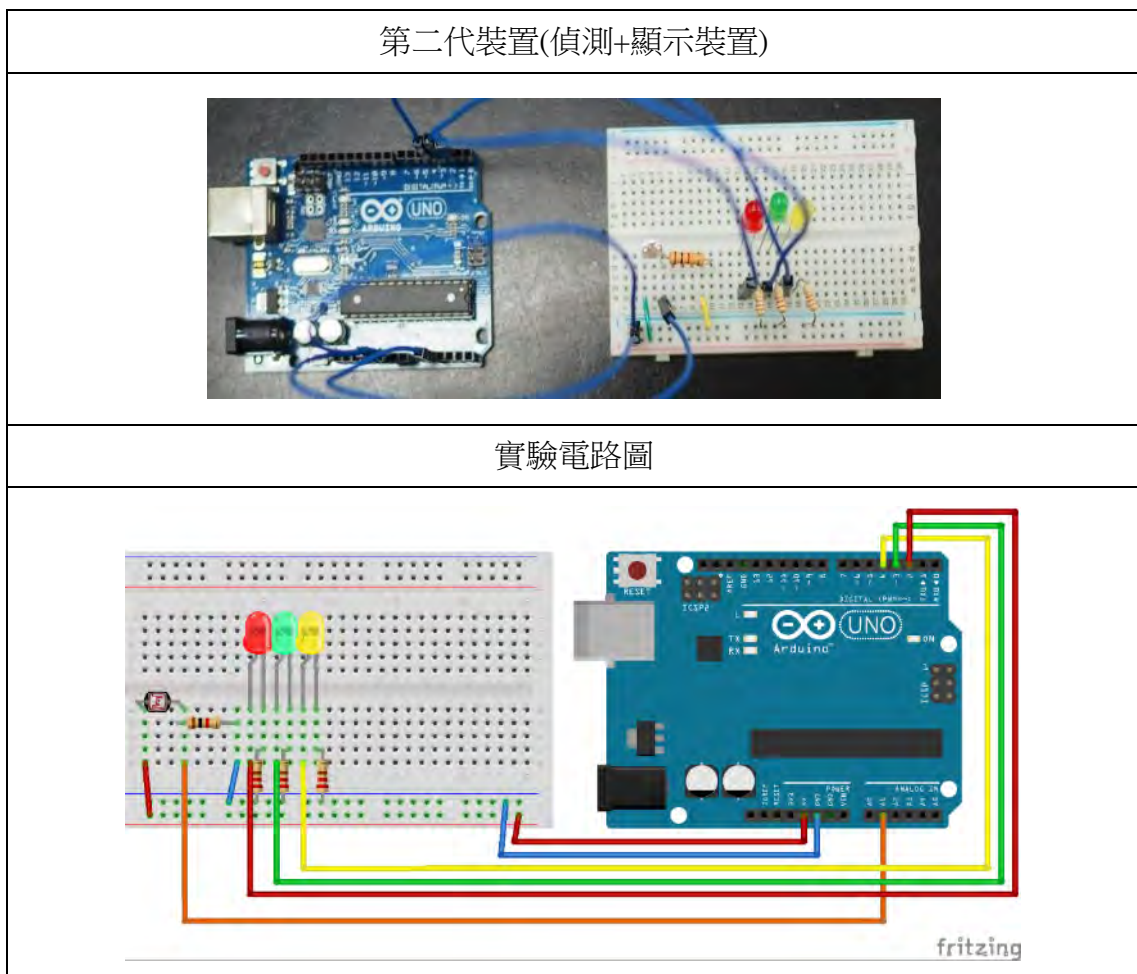


研究四 教室亮度警示器設計探討

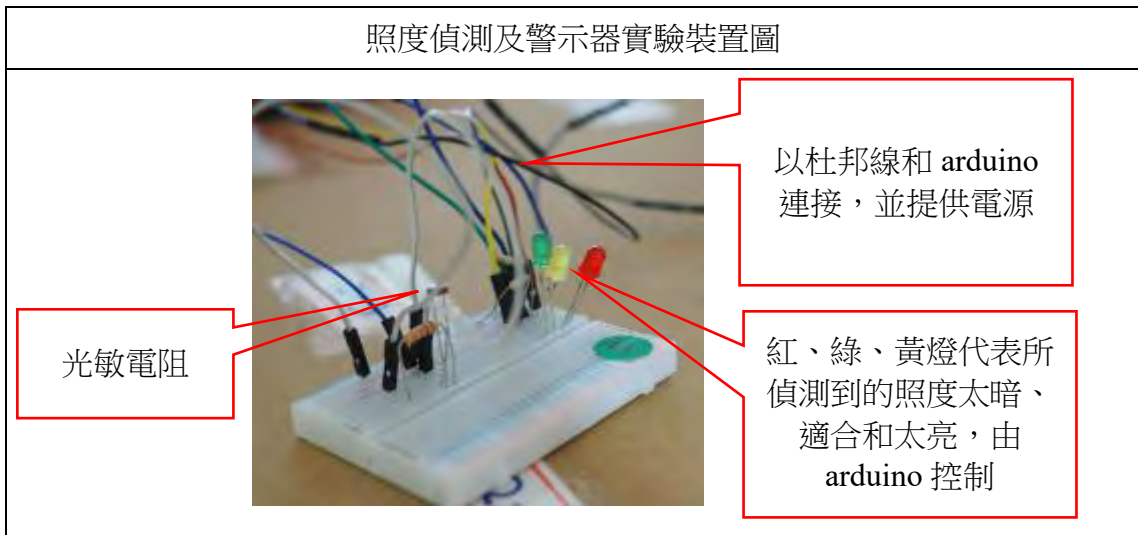
本研究除了以 LED 燈模擬教室內燈光，也以電燈模擬太陽，再至教室實際測量，且當教室亮度過暗或過亮時，藉由警示器設計，來進行及時控制變更燈號。

(一)研究方法

1.實驗裝置：



照度偵測及警示器實驗裝置圖



光敏電阻

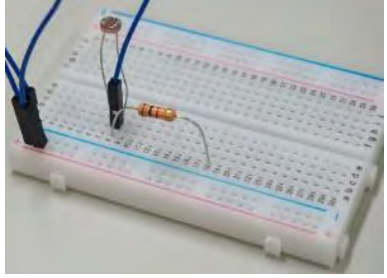
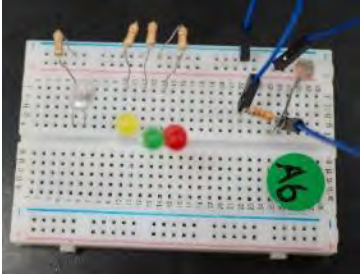
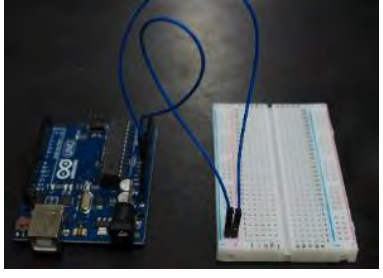

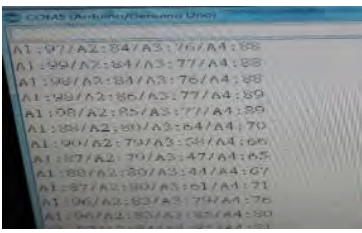

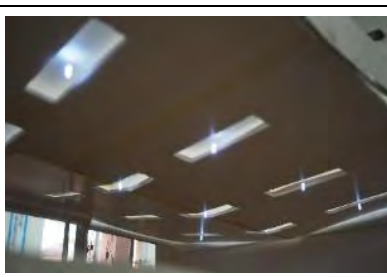
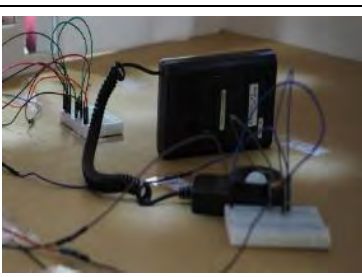

以杜邦線和 arduino 連接，並提供電源

紅、綠、黃燈代表所偵測到的照度太暗、適合和太亮，由 arduino 控制

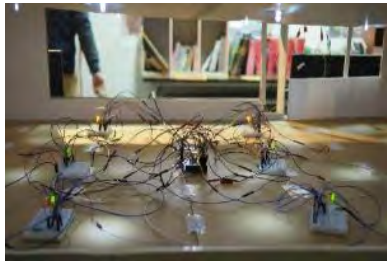
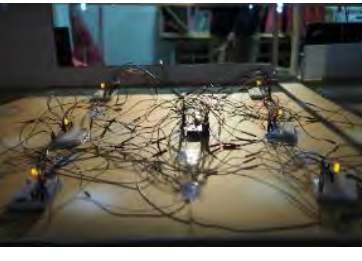
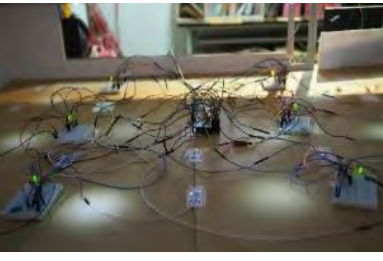
2.程式編寫

亮度警示器-第一組(共六組)	LED 控制
<pre>int r1=2; int g1=3; int y1=4; void setup() { Serial.begin(9600); pinMode(r1,OUTPUT); pinMode(g1,OUTPUT); pinMode(y1,OUTPUT); } void loop() { Serial.print("A1:"); Serial.println(analogRead(A1)); delay(1000); if(analogRead(A1)<300){ digitalWrite(r1,HIGH); digitalWrite(g1,LOW); digitalWrite(y1,LOW); } else if(analogRead(A1)>380){ digitalWrite(r1,LOW); digitalWrite(g1,LOW); digitalWrite(y1,HIGH); } else{ digitalWrite(r1,LOW); digitalWrite(g1,HIGH); digitalWrite(y1,LOW); } }</pre>	<pre>void setup() { pinMode(2,OUTPUT); pinMode(3,OUTPUT); pinMode(4,OUTPUT); pinMode(5,OUTPUT); pinMode(6,OUTPUT); pinMode(7,OUTPUT); pinMode(8,OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(2,HIGH); digitalWrite(3,HIGH); digitalWrite(4,HIGH); digitalWrite(5,HIGH); digitalWrite(6,HIGH); digitalWrite(7,HIGH); digitalWrite(8,HIGH); }</pre>
<p>第一組的紅燈接在數位接腳 2 第一組的綠燈接在數位接腳 3 第一組的黃燈接在數位接腳 4</p>	<p>設定數位接腳 2-8 的接腳模式是「輸出」。</p>
<p>設定 r1.g1.y1 所在的接腳模式是「輸出」。</p>	<p>讀取類比接腳 A1 的值。</p>
<p>如果 A1 的值小於 300，會亮紅燈。</p>	<p>可以設定數位接腳 2-8 的接腳模式是「高電位(5V)」或「低電位(0V)」。 如接腳 2-8 都是 HIGH，表示燈全亮。</p>
<p>如果 A1 的值大於 380，會亮黃燈。</p>	
<p>如果 A1 的值介在 300-380 之間，會亮綠燈。</p>	

3. 模型模擬

		
<p>1. 在麵包版加上光敏電阻和電阻</p>	<p>2 麵包版加入紅、綠、黃 LED 燈</p>	<p>3. 將 arduino 板的正負極及連接到麵包版的正負極</p>
		
<p>4. 程式設計</p>	<p>5. 顯示紅、綠、黃 LED 燈感應照度範圍</p>	<p>6. 在模型內設置 6 個警示器</p>
		
<p>7. 控制天花板 LED 燈開關</p>	<p>8. 在偵測器旁放照度計</p>	<p>9. 觀察燈號與 LED 燈顯示是否符合</p>

4. 以外部燈源模擬太陽

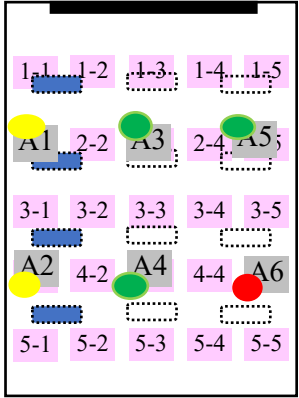
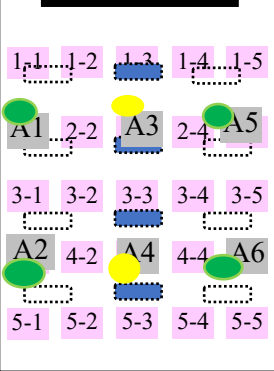
		
<p>燈源在東南方較高的位置</p>	<p>燈源在南方較低的位置</p>	<p>燈源在西南方較高的位置</p>

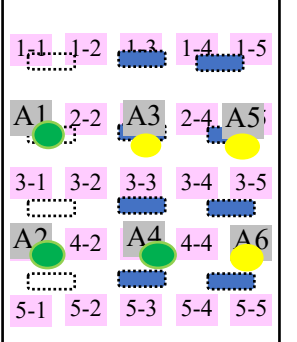
5.教室實測

		
<p>1.組裝實驗裝置</p>	<p>2.設置 6 個警示器在教室六個位置</p>	<p>3.設計程式</p>
		
<p>4.麵包板與 arduino 連接</p>	<p>5.連接電源</p>	<p>6.控制燈源調整教室亮度</p>
		
<p>7.同時以照度計測量照度</p>	<p>8.觀察燈號，手動改變電燈開關</p>	<p>9.再觀察燈號是否皆處於綠燈狀態</p>

(三)研究結果

1.模型測量(黃燈代表照度過亮，綠燈代表照度適中，紅燈代表照度過暗)

開燈 1		開燈 2	
	<p>走廊側的光線較亮,使 A1 和 A2 顯示過量的黃燈,模型右後方因為照度太暗而呈現紅燈。</p>		<p>打開模型中間的 LED 燈,使得教室模型與中間區域的 A3 和 A4 顯示照度過亮的黃燈。</p>

<p style="text-align: center;">開 3</p> 	<p>打開模型第三排燈後，模型內部的 A5 和 A6 顯示黃燈，模型左側則顯示過暗的紅燈。</p>	<p style="text-align: center;">開 1、2</p> 	<p>打開模型的第一、二排燈，因為光線充足，使得 A1 至 A4 都呈現過量的黃燈。</p>
<p style="text-align: center;">開 1、3</p> 	<p>打開模型第一、三排燈，使得 A1 和 A3 過量而呈現黃燈。</p>	<p style="text-align: center;">開 2、3</p> 	<p>打開第二、三排燈，使模型內側過亮，A3、A5 和 A6 顯示黃燈。</p>

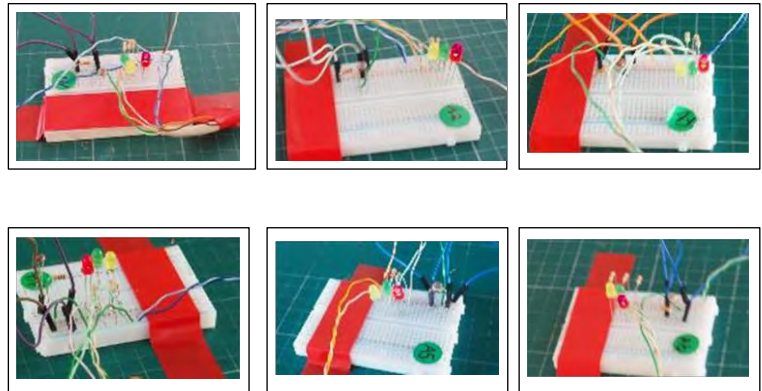
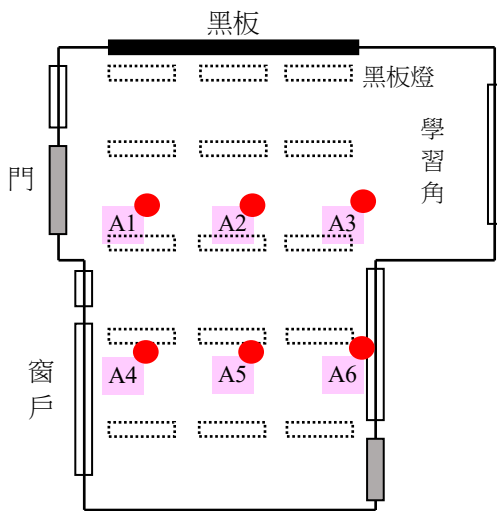
		
<p style="text-align: center;">模型三排燈全開</p>	<p style="text-align: center;">模型第三排燈開啟</p>	<p style="text-align: center;">模型第一、三排燈開啟</p>

2.以電燈模擬太陽

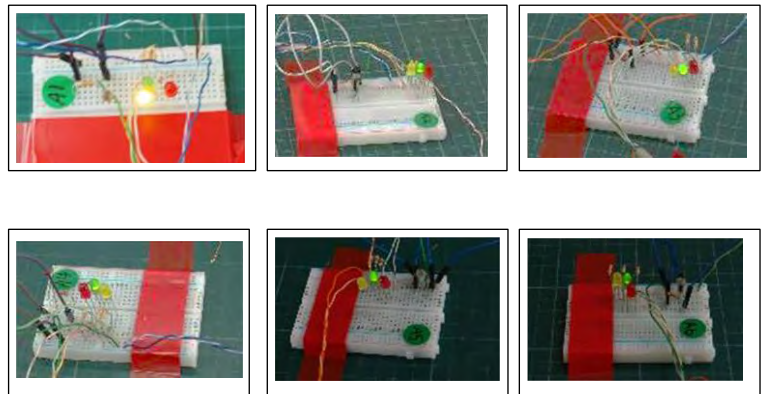
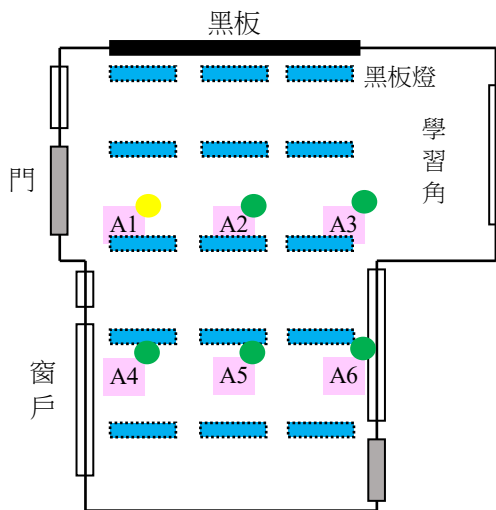
東方高角度(夏季早上)	東方低角度(冬季早上)
 <p>因為燈源照到 A1 和 A2 的地方比較亮，所以過亮，顯示黃燈。</p>	 <p>因為燈源照到 A1、A2、A3、A4、A5 的地方比較亮，所以過亮，顯示黃燈，而 A6 沒有被照但因為受到其他燈源微微的亮度，所以顯示綠燈。</p>
南方高角度(春秋季中午)	南方低角度(冬季中午)
 <p>因為燈源照到 A1 和 A2 的地方比較亮，所以過亮，顯示黃燈。</p>	 <p>燈源全部照到模型，所以過亮，顯示黃燈。</p>
西方高角度(夏季下午)	西方低角度(冬季下午)
 <p>因為 A1 和 A2 比較靠近燈源，所以過亮，顯示黃燈。其他因為都光線充足，顯示綠燈。</p>	 <p>因為燈源照到 A2、A3、A5、A6 的地方，所以過亮，顯示黃燈。</p>

3.教室實測

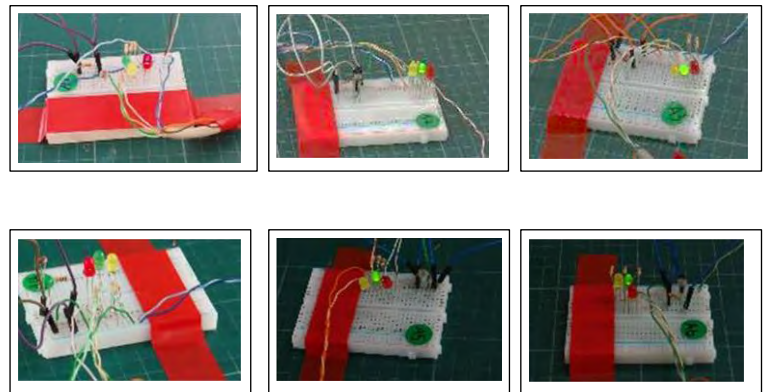
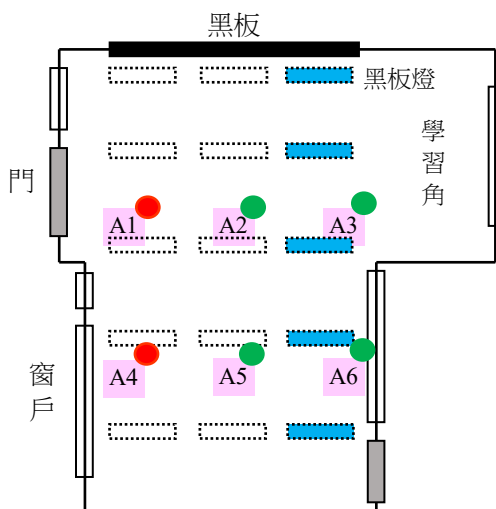
(1)燈全關



(2)燈全開



(3)開第三排燈



(四)研究照片

		
1.用警示器來顯示模型中的照度。	2.到走廊測量模型照度	3.測量模型照度
		
4.加上 LED 燈和加上顯示器測量模型中的照度。	5. 加上 LED 燈用照度計來測照度。	6.測量裝置
		
7.教室實測-關中後。	8.教室實測-全關。	9. 教室實測-開 1、3 排。

(五)研究發現、觀察與討論

1.警示器設計說明

把紅黃綠燈放在警示器上，且加上光敏電阻和電阻，並把六個警示器分布在各個點上。

2.模擬結果討論

在實驗的過程中，如果過暗就會顯示紅燈，如果過亮就會顯示黃燈，如果正常就會顯示綠燈，在過程中黑板燈都一直亮著。

3.電燈模擬太陽實驗討論

因為在不同季節燈源的方向也會不同，藉由電燈模擬太陽的實驗，以模擬出不同季節的光源方向，並且警示器所感應到的亮度也會不同。

4.教室實測討論

把六個警示器分別放在教室裡 2-1、2-3、2-5、4-1、4-3 和 4-5 的位置，再把主板放在 3-3 的位置，並觀察警示器的燈號顯示。

5.研究結論

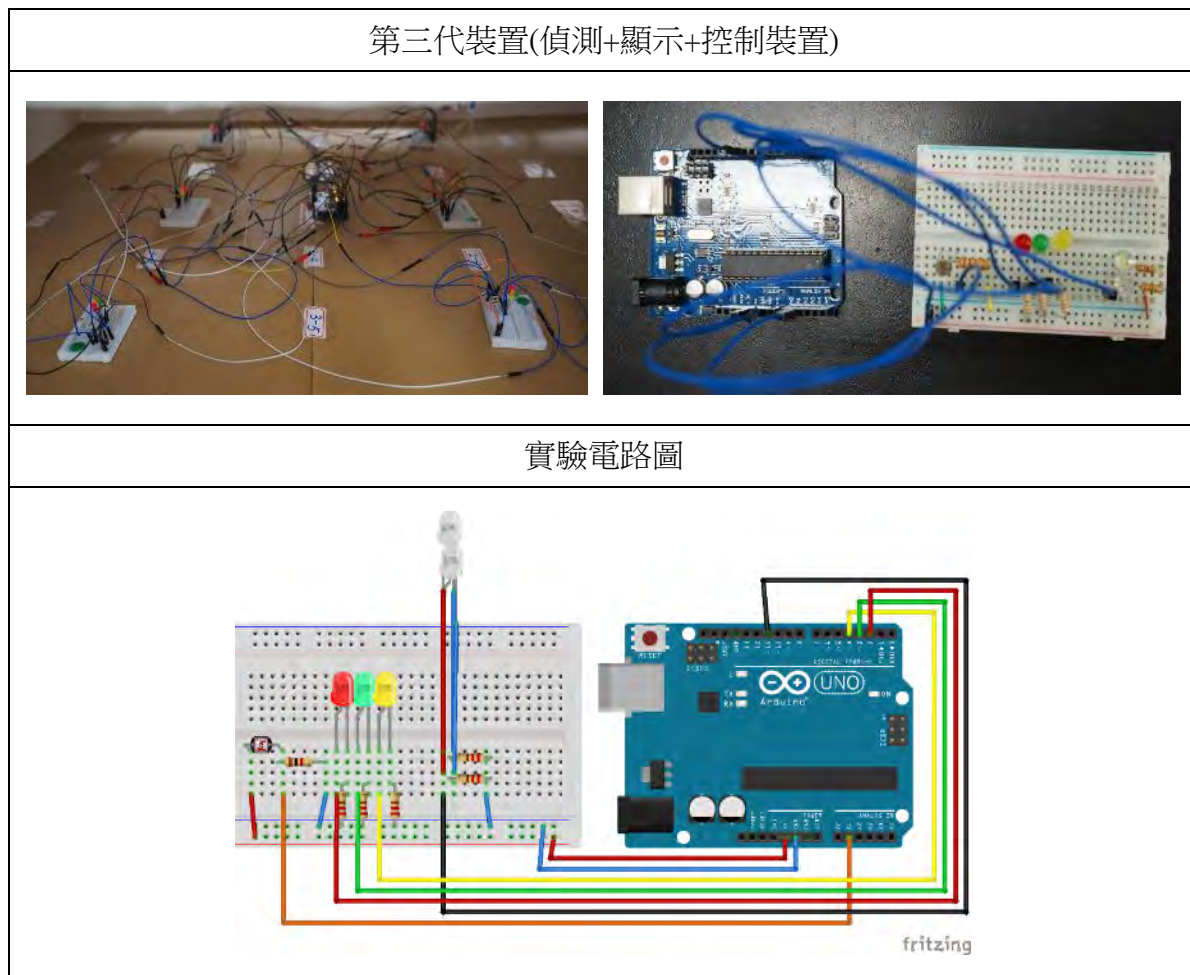
我們發現藉由警示器的設計，能自動顯示環境光線過亮或過暗，提醒工作者適時調整亮度，達到光線充足、舒服且不會傷害到眼睛的最佳亮度環境。

研究五 教室亮度警示燈源控制器設計探討

前一個研究能正確依照教室亮度顯示燈號，於是我們想進一步想控制日光燈，使其自動控制明暗。可是 arduino 的主板是 5V 的，無法直接控制教室的燈源，於是我們嘗試透過繼電器來控制 110V 的燈具。

(一)研究方法

1.實驗裝置：



2.程式編寫(只列出第一組)

```

int r1=2;
int g1=3;
int y1=4;
int LED1=41;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(r1,OUTPUT);
  pinMode(g1,OUTPUT);
  pinMode(y1,OUTPUT);
  pinMode(LED1,OUTPUT);
}
void loop() {
  Serial.print("A1:");
  Serial.println(analogRead(A1));
  delay(1000);
  if(analogRead(A1)<160){          //第一組
    digitalWrite(r1,HIGH);
    digitalWrite(g1,LOW);
    digitalWrite(y1,LOW);
    digitalWrite(LED1,HIGH);
  }
  else if(analogRead(A1)>300){
    digitalWrite(r1,LOW);
    digitalWrite(g1,LOW);
    digitalWrite(y1,HIGH);
    digitalWrite(LED1,LOW);
  }
  else{
    digitalWrite(r1,LOW);
    digitalWrite(g1,HIGH);
    digitalWrite(y1,LOW);
  }
}

```

第一組的紅燈、綠燈、黃燈接在數位接腳 2.3.4，
 第二組的 r2.g2.y2 在數位接腳 5.6.7
 r3.g3.y3 在數位接腳 8.9.10, r4.g4.y4 在數位接腳 22.23.24,
 r5.g5.y5 在數位接腳 25.26.27,r6.g6.y6 在數位接腳 28.29.30.

第一組的 LED 接在數位接腳 41，
 第二組~第六組的 LED 接在數位接腳 42~46。

設定所有紅、綠、黃燈及 LED 燈所在的接腳模式都是「輸出」。

讀取第一組接在類比接腳 A1 的光敏電阻值。
 第二組~第六組分別接在 A2~A6。

如果 A1 的值小於 160，表示亮度太暗。
 亮第一組紅燈，並開啟第一組 LED 燈

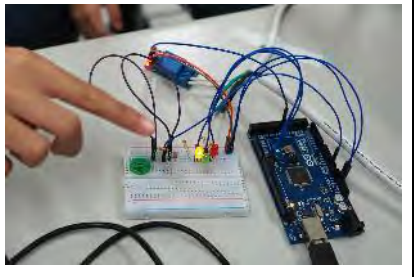
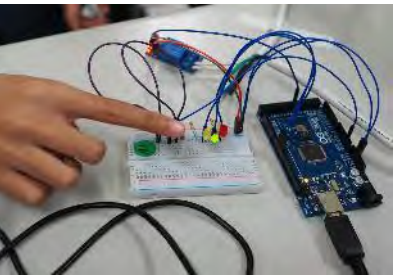
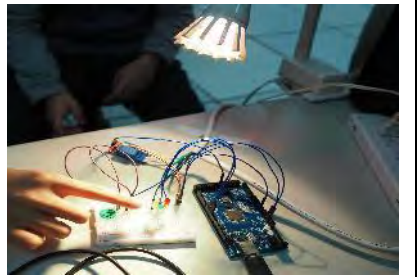
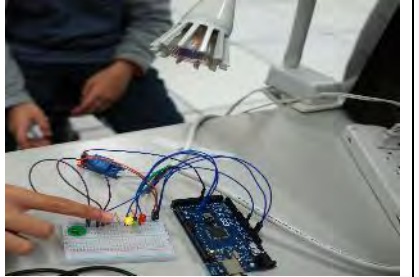
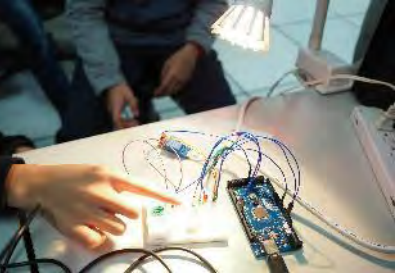

如果 A1 的值大於 300，表示亮度太亮。
 亮第一組黃燈，並關閉第一組 LED 燈

如果 A1 的值介於 160~300 之間，表示亮度正常。
 亮第一組綠燈，第一組 LED 燈維持現狀


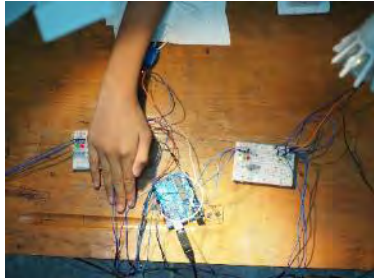
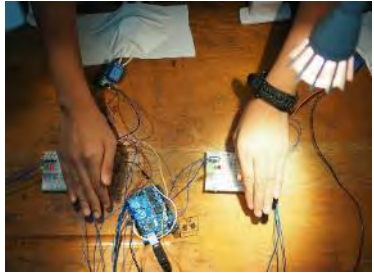
3. 模型模擬

		
<p>1. 完成實驗裝置</p>	<p>2. 實驗裝置與 Arduino 連接</p>	<p>3. 程式設計加入控制燈源</p>
		
<p>4. 在模型內設置 6 個警示器</p>	<p>5. 觀察燈號與照度關係</p>	<p>6. 觀察系統能不能主動控制燈源，並改變燈號</p>

4. 以繼電器控制一個 110V 燈源

		
<p>1. 在正常的光下太亮</p>	<p>2. 手靠近後燈號變綠色</p>	<p>3. 因為太暗所以燈亮</p>
		
<p>4. 因為太亮所以燈暗</p>	<p>5. 因為太暗所以燈亮</p>	<p>6. 因為太暗所以燈亮</p>

5.以兩組繼電器控制兩個 110V 燈源

		
1.遮右邊偵側器，右側燈亮，左側顯示黃燈。	2.遮左邊偵側器，左側燈亮，右側顯示黃燈。	3.遮左、右邊偵側器，左、右側燈亮。

(三)研究結果

	
模型內 LED 燈全開照度太高，所以警示器全亮黃燈。	因為照度太高，控制器主動控制 LED 燈全關閉，使警示器全出現紅燈。

(四)研究發現、觀察與說明

1.警示控制器設計說明

在設計控制器時我們將 LED 燈的正極接到 Arduino MEGA 板的數位接腳，來控制燈源，A1 到 A6 會控制相對應的一組燈源，黑板燈不控制，永遠都亮。

2.實驗結果探討

這樣的設計可以改良成讀取數據的時間拉長，才不會一秒亮一秒暗，可以應用在學校等公共場所，也可以設置在家裡。

3.研究結論

警示控制器在模型裡都太暗，所以為了測試正不正常，必須使用手電筒測試燈會不會熄滅，也必須看是否三種燈都會亮，以免誤差。

伍、結論

- 1.教室照度分布不均勻，靠近窗戶處的照度高，被牆壁擋到的照度低。如果光線會直射入教室內，會使室內照度分布更加不平均。**開燈可以使教室內的照度分布趨於平均，但將全教室燈具打開的結果，除了浪費電之外，也可能讓原本照度已經足夠的區域過亮，反而更加傷眼。**季節因素也會影響照度，夏季太陽高度高，不易將光線直接照入，影響小；冬季因為太陽高度低，陽光容易照入教室，使面窗地區刺眼，易造成教室內個區域的均齊度差異大。
- 2.把光敏電阻及一個 1k 的電阻插在麵包板，組成光敏電阻模組，連接 arduino 後，經由程式的控制，確實可以準確偵測，再以校正曲線換算後，繪製成 XY 散佈圖，獲得照度值，可以取代照度計，隨時監控該地區的照度。
- 3.我們以和教室原尺寸七分之一比例製作出教室模型，以方便測量照度和控制燈源。在模型天花板加了 15 顆白光 LED 燈，以模擬教室的燈具，且將這些 LED 燈與整個系統連接，做為控制燈源實驗使用。測試模型內的照度分布，除少數區域和教室實際分布不符外，大部分區域能符合教室照度分布。
- 4.在原光敏電阻偵測模組，加裝紅、綠、黃 LED 燈，製作出照度警示模組，當偵測的照度低於 350LUX(太低不適閱讀)，模組會亮紅燈；當偵測的照度高於 750LUX(太高不適閱讀)，模組會亮黃燈，而照度在 350~750 之間，則會顯示綠燈。**如果把我們設計的照度警示模組放在教室多個地方，就可以隨時知道教室裡的光線是否適當。我們把模組放在模型和教室裡，改變燈源，都能正確顯示燈號。**
- 5.如果在 arduino 程式中加入指令，可使我們的模組不僅顯示區域照度燈號，還能主動自行控制燈源的開關，我們以模型進行實驗，從外部給予光線後，會顯示黃色燈號，系統直接控制過量區域的 LED 燈關閉，此時燈號就改成顯示綠燈，代表我們製作的系統確實可以顯示燈號還能控制燈源。
- 6.因為安全的問題，我們沒有進行教室燈源的控制，但我們以一個蛇燈進行測試，在我們的模組加裝一個繼電器，當手遮住光電阻後，燈號由綠轉紅，同時打開蛇燈，但因為蛇燈很亮，這時候燈號會變成黃燈，並且關掉蛇燈，進入紅燈，不斷重複，要改善這個情形，只要增長數據擷取時間即可。我們也**測試同時控制兩組繼電器和兩組 110V 燈具，也都能達成偵測-警示-控制的成效。**

陸、參考資料

- 1.學校教室照明與節能參考手冊。民 93 年，教育部。
- 2.arduino 基本介紹，2013.06。中研院計算中心通訊。
- 3.歡迎「光」臨-零耗能「日」光燈，臺中市 97 學年度中小學科展報告書。

【評語】 082810

1. 作者們在教室的生活體驗中，觀察到照明亮度的不均勻性，架構出一簡易裝置來探討教室照明均勻度的問題，並利用光敏電阻與微控制電路，以控制燈源，值得鼓勵。最終呈現以自動感測來調控教室內光線，是很實用的作品。
2. 建議作者們討論自動感測的靈敏度，例如，同樣的室內光亮情況，若由暗環境轉變，或由亮環境轉變，是否感測結果不同。
3. 若外界環境太亮不需開燈時，是否可能調節下降亮度？

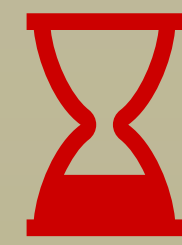
摘要

適當的照明可以讓我們閱讀更加舒適，可是太暗和太亮的光線會傷害眼睛，教育部訂定有教室適合閱讀照明標準，然而教室光線是動態的，不同時間照度不同，如果能在教室裡裝設照度偵測器，教室裡的老師和學生才能隨時掌握光線變化。我們先以光敏電阻連接arduino測試是否能準確偵測照度，由實驗結果顯示，光敏電阻的偵測值和照度呈線性關係。進一步，在我們的模組增加紅、綠、黃LED燈，當照射超過750LUX光線時，模組會顯示黃燈，光線低於350LUX時，會亮出紅光，在350~750之間，則顯示綠光，這樣的裝置可作為教室照度偵測顯示器，當不同燈號顯示，可有不同的因應方式。我們的模組也可以進一步主動控制教室燈源，以教室模型和110V燈泡實驗都很成功。



壹、研究動機

聽老師說以前學姊進行過一個研究，發現教室裡的照度並不均勻，部分區域太亮，部分區域則太暗，如果明暗區域的差距越大，在教室的我們視力就會受到傷害。我們跟老師說，那不就將教室的燈都打開，不就都會均勻了！老師說，理論是這樣沒錯，但教室裡的光線隨時在變化，開燈反而會讓亮的區域更亮呢！這讓我想到，如果可以設計一個裝置放在教室裡，當教室的照度不足，它就顯示一種燈號，太亮會顯示另一種燈號，這不就太好了，我把我的想法跟老師討論，於是就開始設計我們的實驗裝置。

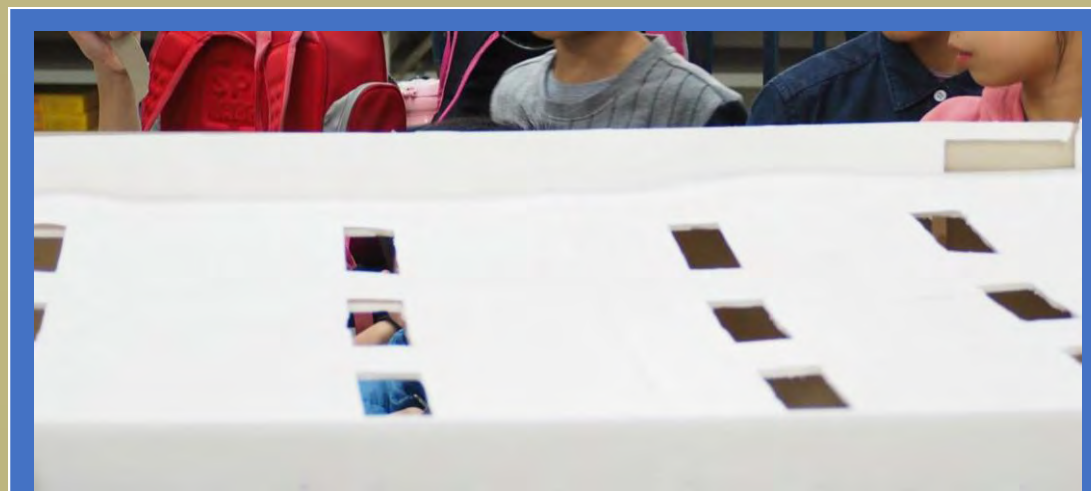


貳、研究目的

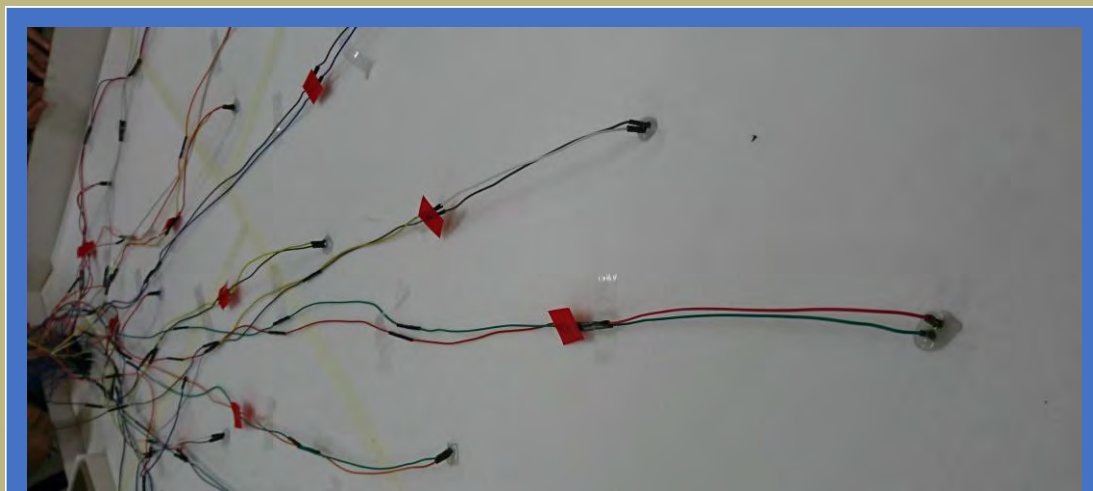
- 一、了解教室光線分布情形。
- 二、探討光敏電阻偵測值與照度的關係。
- 三、學習arduino程式語法。
- 四、製作模型。
- 五、學習正確控制顯示燈號的方法
- 六、理解控制燈源開關的語法與硬體設計



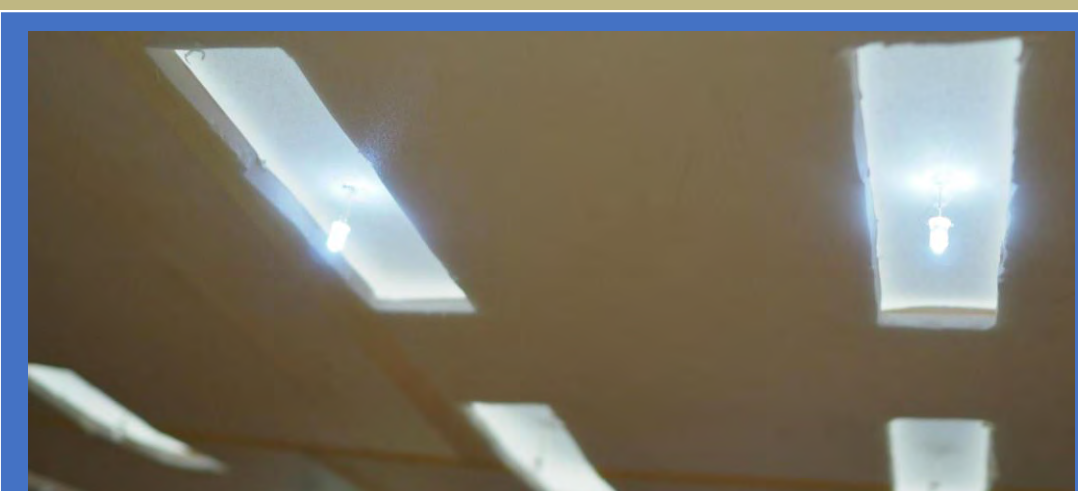
參、模型設計



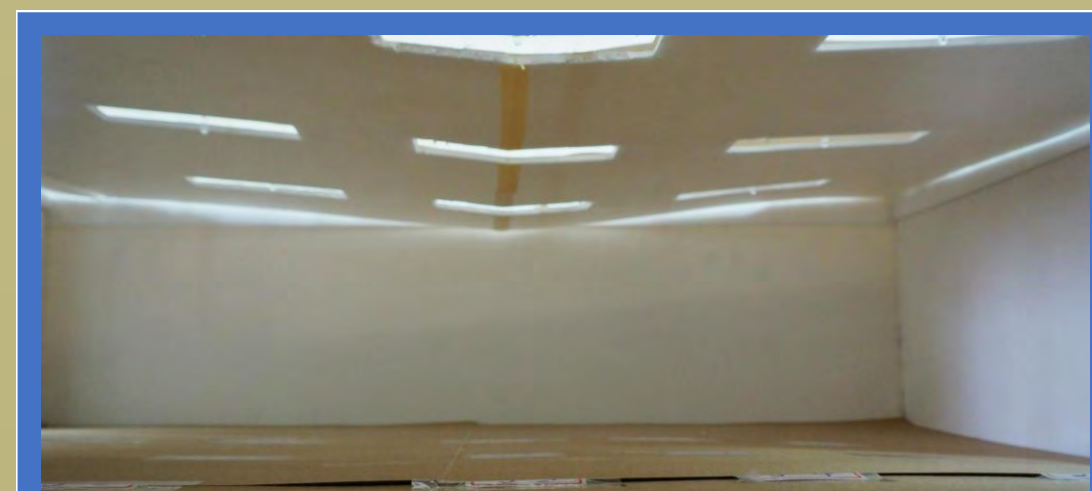
模型上方挖洞，模擬教室日光燈位置



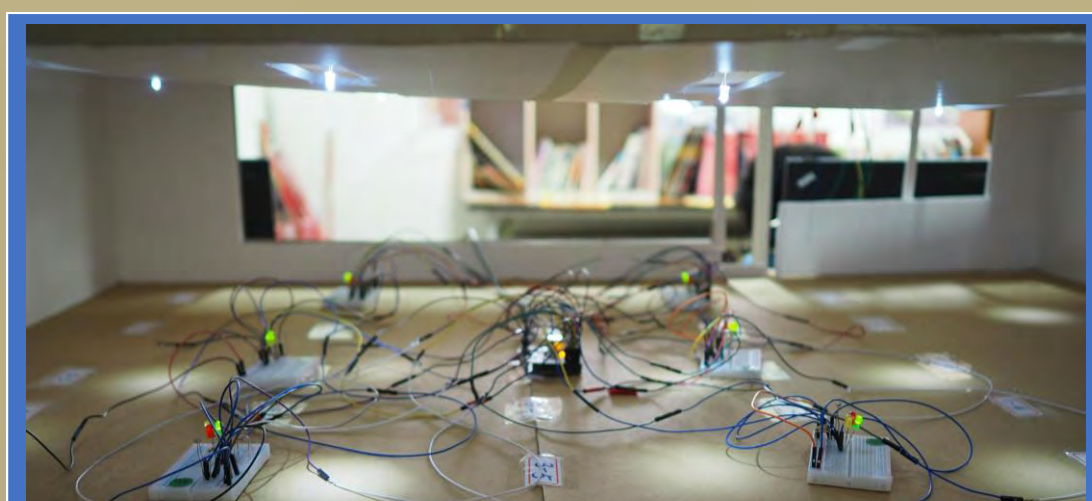
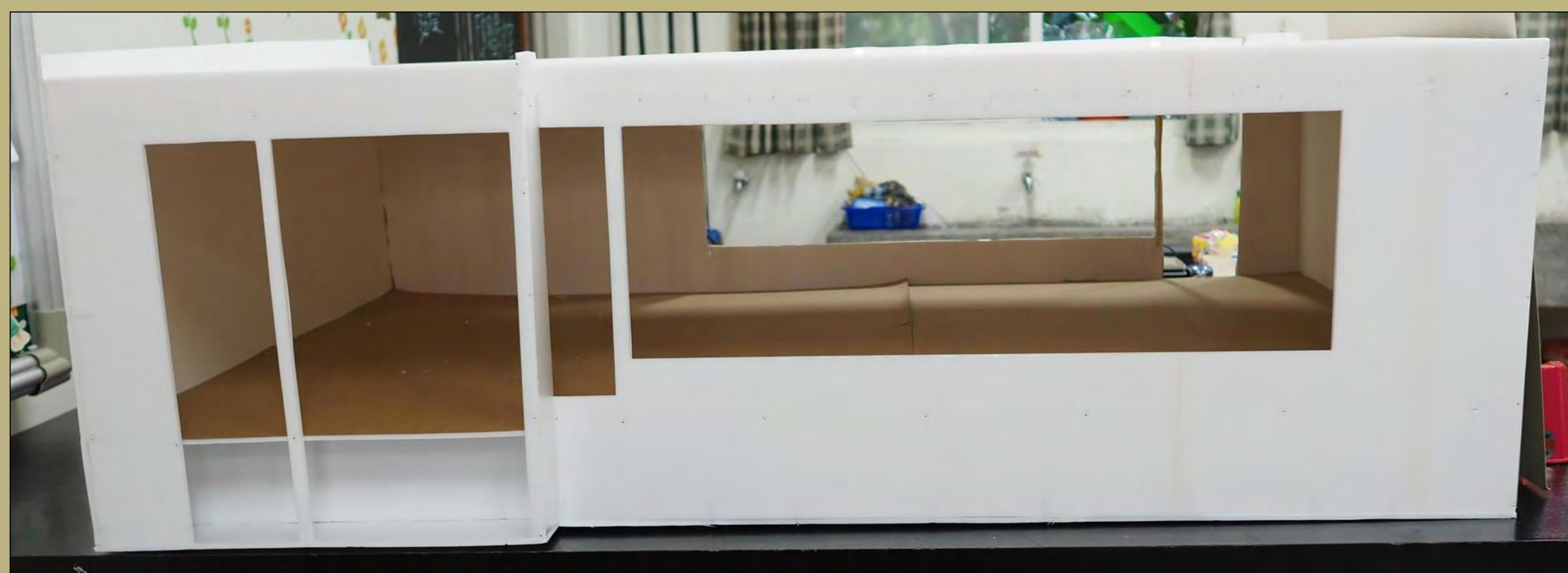
LED燈連接至麵包板，除提供電源，也可做為控制之用



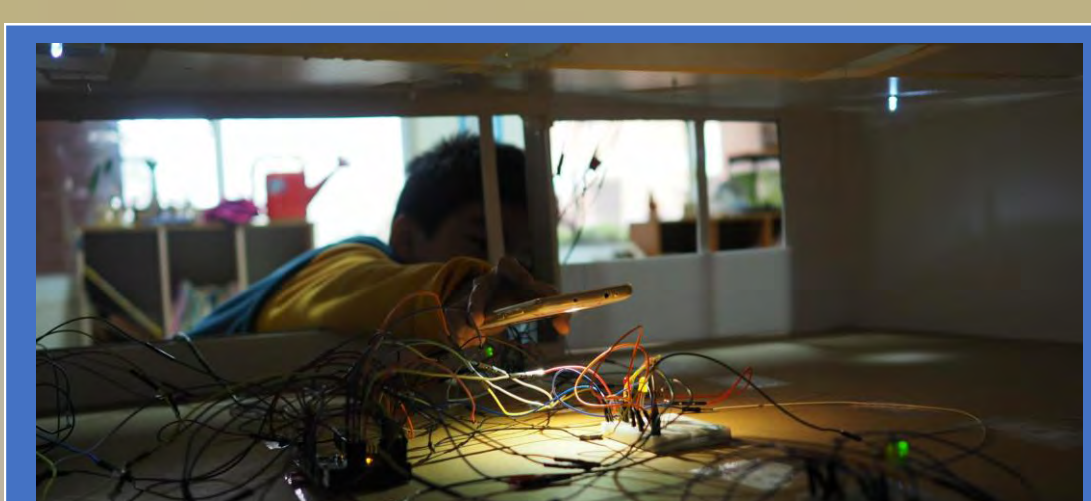
連接電源，LED模擬日光燈



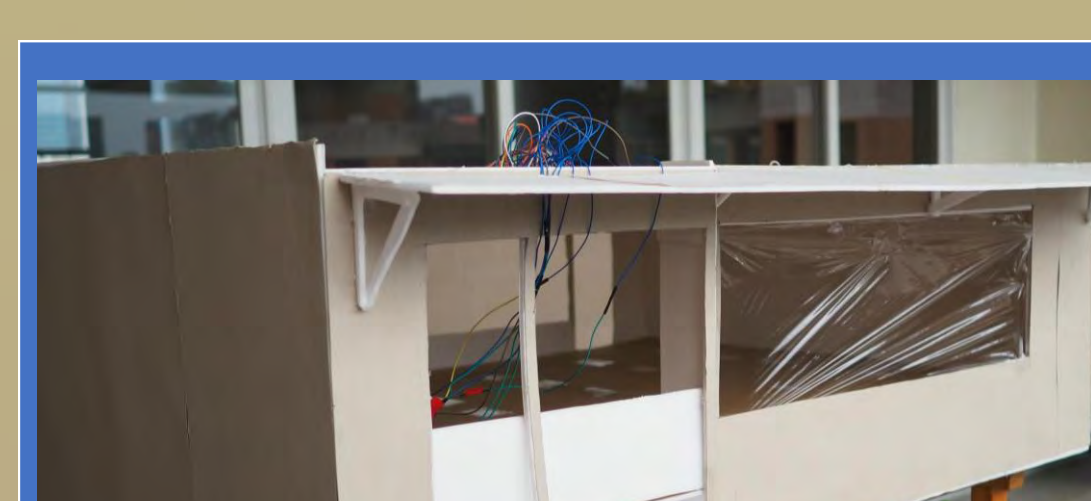
模型內部光線分布情形



在模型內放置6組實驗裝置，偵測位置和教室相同



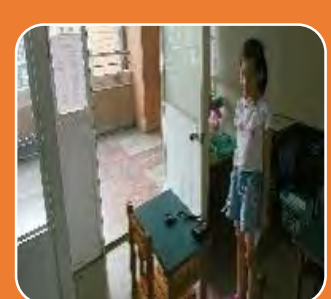
利用手電筒測試光敏電阻模組受光時燈號顯示情形



配合學校設計，在模型外側加入屋簷，控制光線進入



肆、研究方法、結果與討論



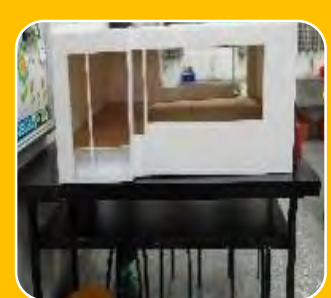
研究一 教室照度測量與探討

- 決定教室測點數量及位置
- 了解教室照度分布



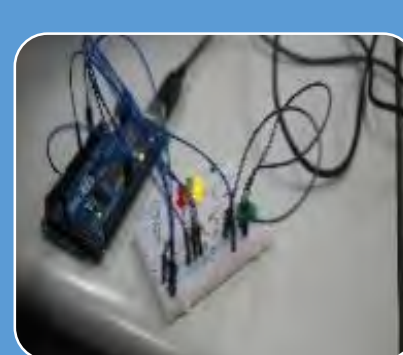
研究二 第一代裝置(照度偵測)

- 組裝光敏電阻偵測模組
- 光敏電阻輸出與照度的關係



研究三 製作教室模型

- 教室模型製作
- 以LED燈模擬教室燈源



研究四 第二代裝置(照度偵測警示)

- 建立照度偵測顯示模組
- 測試顯示正確性



研究五 第三代裝置(照度偵測警示控制)

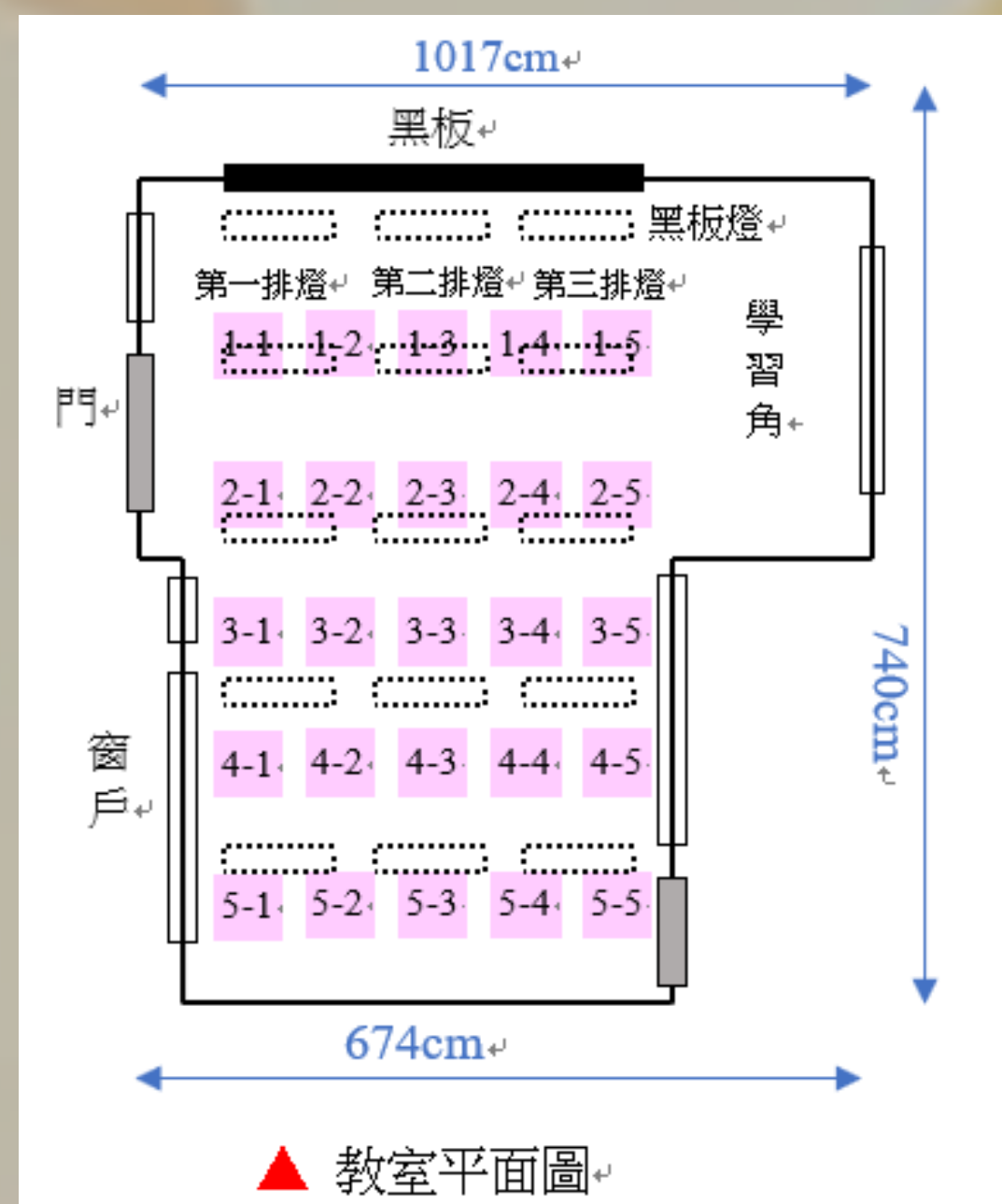
- 能不能依據光線強弱控制模型燈源
- 能不能控制蛇燈開關

研究一 教室照度探討

寫功課的時候，常常會因為燈光照下來的時候，會有些地方不能照到，導致要時常調檯燈的位置，以及燈照出來的光，會不會傷到我們的眼睛，所以我們進一步的了解教室照度分布的情形，看看教室那些地方比較照不到，不同照明教室的照度改變，哪一種燈光比較適合讀書。

(一)研究方法

1.教室平面圖與測點選擇：



▲ 教室內部照片

2.實驗步驟



- 1.教室布置為25個測點，橫為5格、長為5格。
- 2.正式測量前先曝光照度計兩分鐘，使數值穩定。
- 3.測量每個測點的照度。

3.室內照明：



(三)、研究結果

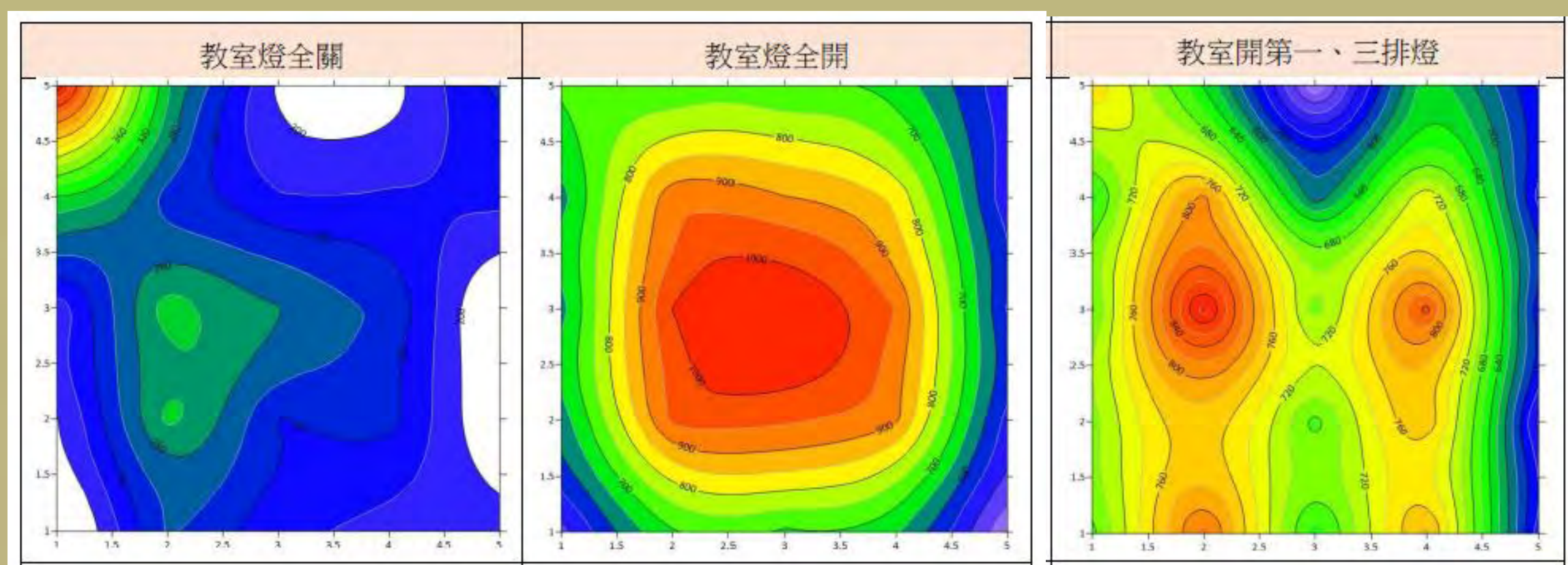
燈全關					開第一排燈					開第二排燈					開第三排燈				
852	551	443	374	494	502	673	401	382	224	596	613	614	423	445	641	349	410	596	509
285	477	410	376	407	615	827	440	351	253	411	699	754	471	367	291	442	440	650	486
777	532	671	491	396	638	893	503	383	246	472	858	860	500	294	284	479	580	791	504
734	934	523	430	292	646	828	443	344	349	365	759	821	516	277	343	545	534	754	469
314	481	369	348	224	953	662	377	314	448	263	633	637	423	820	240	454	487	577	363

開第一、二排燈					開第二、三排燈					開第一、三排燈					燈全開				
1026	896	676	464	424	681	598	739	747	581	756	638	442	632	539	708	710	702	677	517
981	1141	893	532	373	512	669	886	872	539	651	805	587	736	533	632	933	902	836	516
1111	1290	998	609	385	577	803	1031	987	606	678	909	691	848	547	633	1002	1035	948	546
1278	1244	952	601	399	610	791	1000	946	591	692	770	673	774	512	626	962	958	909	533
812	967	743	463	338	360	603	728	871	443	674	828	650	786	531	482	694	690	655	412

※黃色表示該測點照度高於750LUX，紅色表示該測點照度低於350LUX。▼代表開燈的位置

(四)、研究發現、觀察與討論

- 1.在教室裡面，燈光不能太暗也不能太亮，也不能一邊斜光，一邊直光，要全部都一樣，所以要適時的調出照度良好的燈光。
- 2.把所有數據綜合分析比較，教室裡將第一排與第三排的燈開啟時，教室裡的照明最均勻，最高照度僅848LUX，最低照度仍有442LUX。
- 3.把教室測量的照度以軟體繪製成等照圖後，可以方便於分析與觀察教室內部照度的分布情形。



結論

教室的光線分布會受季節、時間及窗戶位置的影響。開燈可以使教室內照度提升，可是除了考量照度是否達閱讀標準外，也要考慮教室整體照度分布是否均勻。

研究二 以光敏電阻偵測教室照度的研究

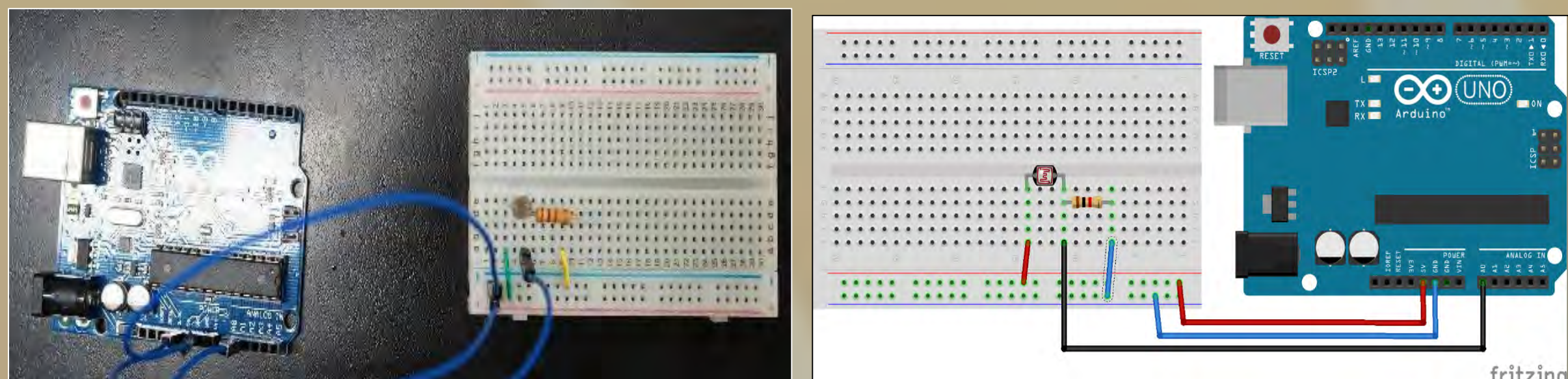
我們想到利用光敏電阻來偵測光線，再由arduino來控制燈源的開關。在這個研究我們先探討光敏電阻的輸出值和照度是否有線性關係。

(一)、光敏電阻

光敏電阻是一個會隨光的亮度而改變電阻的大小，如果現在亮度很高，電阻就很小；相反當亮度很暗時，電阻就很大。

(二)研究方法

1.實驗裝置：



2.程式編寫

```

void setup() {
  Serial.begin(9600); // 開啟序列埠
}
void loop() {
  Serial.println(analogRead(A1)); // 輸出光敏電阻 A1 的值，而且要換行
  delay(1000); // 延遲 1 秒讀取
}

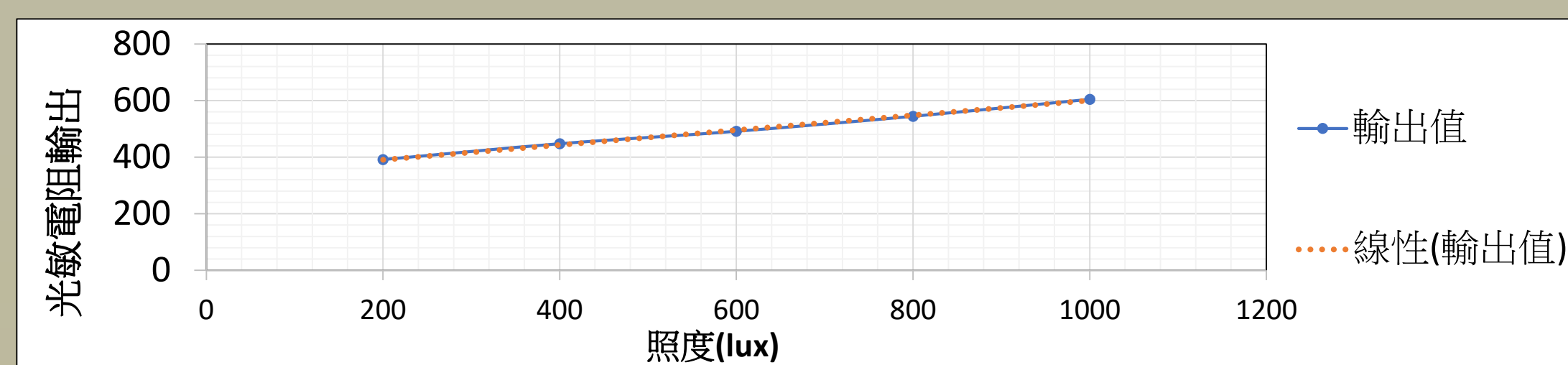
```

(三)研究結果

照度 (LUX)	1000	800	700	600	400	200
輸出值	604	544	520	491	447	391

(四)研究發現、觀察與討論

- 1.電阻選擇：不同的電阻會使光敏電阻產生不同範圍的輸出值，我們試過 100、220、1k歐姆的電阻，分別測試輸出值大小，最後我們選出以1k歐姆的電阻所得到的輸出值最適當。
- 2.我們把照度計測得的照度值和光敏電阻偵測的輸出值繪製成XY散佈圖，如圖所示。圖中實線是實驗結果，而虛線代表線性的結果，這兩條線幾乎重疊，顯示以光敏電阻所測量的數值足以代替照度計的偵測。



結論

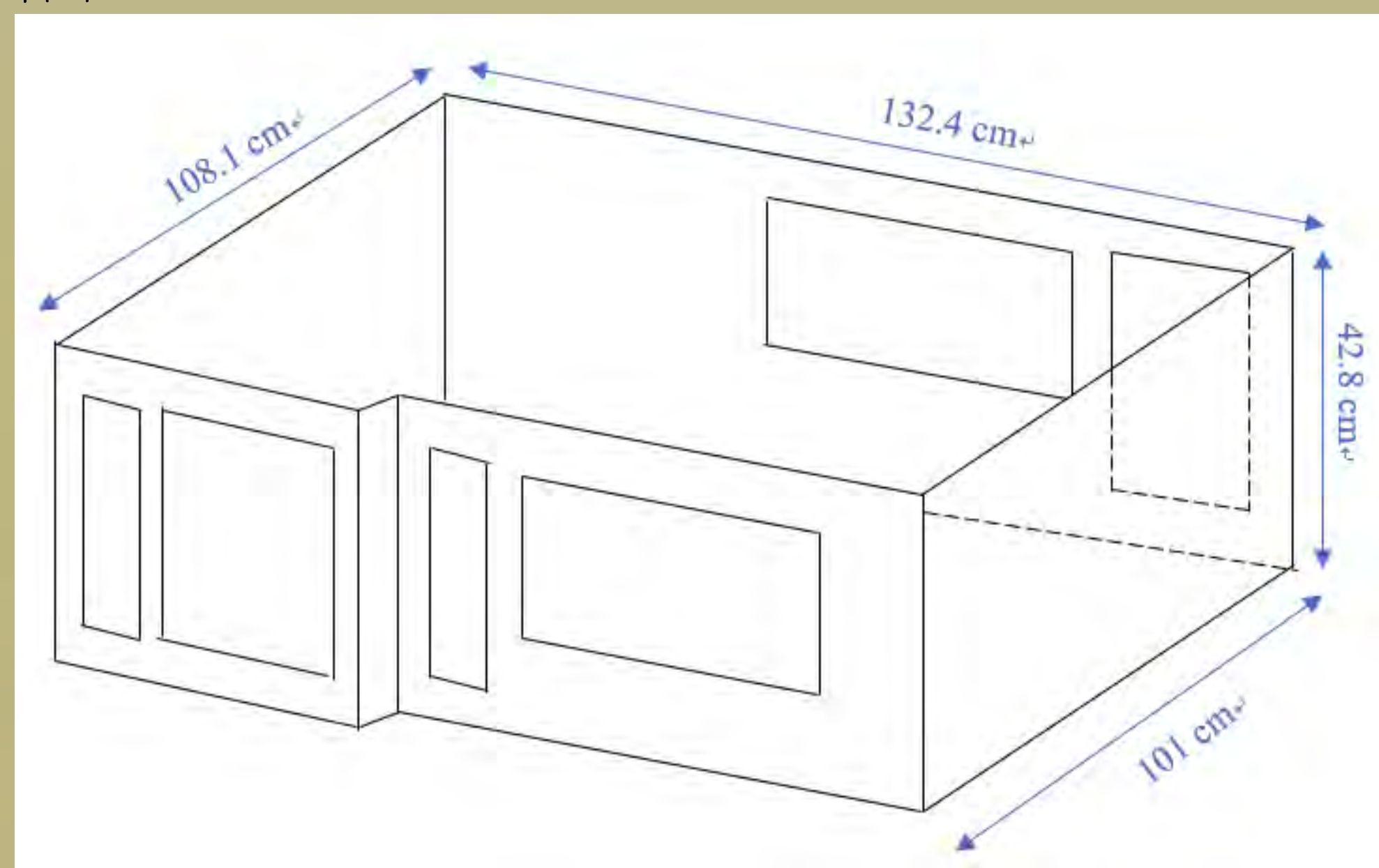
把光敏電阻及一個1k的電阻插在麵包板，組成光敏電阻模組，連接arduino後，經由程式的控制，確實可以準確偵測，再以校正曲線換算後，獲得照度值，可以取代照度計，隨時監控該區域的照度。

研究三 教室模型製作

為了實驗上的觀察及控制燈源的方便，我們決定設計教室模型，我們請教了念建築系的學姐，如何製作模型，最後製作出教室比例七分之一的模型、並裝設LED燈來代替教室裡的日光燈管。

(一)研究方法

1.設計圖



2.模型製作:



3.電燈設計:



4.模型照度測量：以照度計測量模型內部照度

(三)研究發現、觀察與討論

- 1.模型設計為什麼設計成教室尺寸的七分之一：在設計模型縮小比例時，我們首先考慮到的是模型內部的空間是否能進行25個測點的測量，其次製作及放置的方便性。透過討論，我們最後決定模型大小原教室尺寸的七分之一最符合我們的需求。
- 2.走廊的設計：我們原先只設計教室並未包含走廊，但在測試模型內照度時發現，因為學校走廊的設計有其特殊性，因為走廊寬度很寬，可以避免陽光直接射入教室內，所以我們又增加走廊設計以符合模型內照度的分佈。
- 3.燈源設計：因為模型為教室縮小尺寸，所以在燈源部份，我們按照實際位置在天花板挖了長方形孔洞，在每個孔洞加裝一顆白色LED燈作為模擬教室日光燈，再把所有的LED燈以並聯方式連接到arduino板，來控制來控制LED燈的開關。

結論

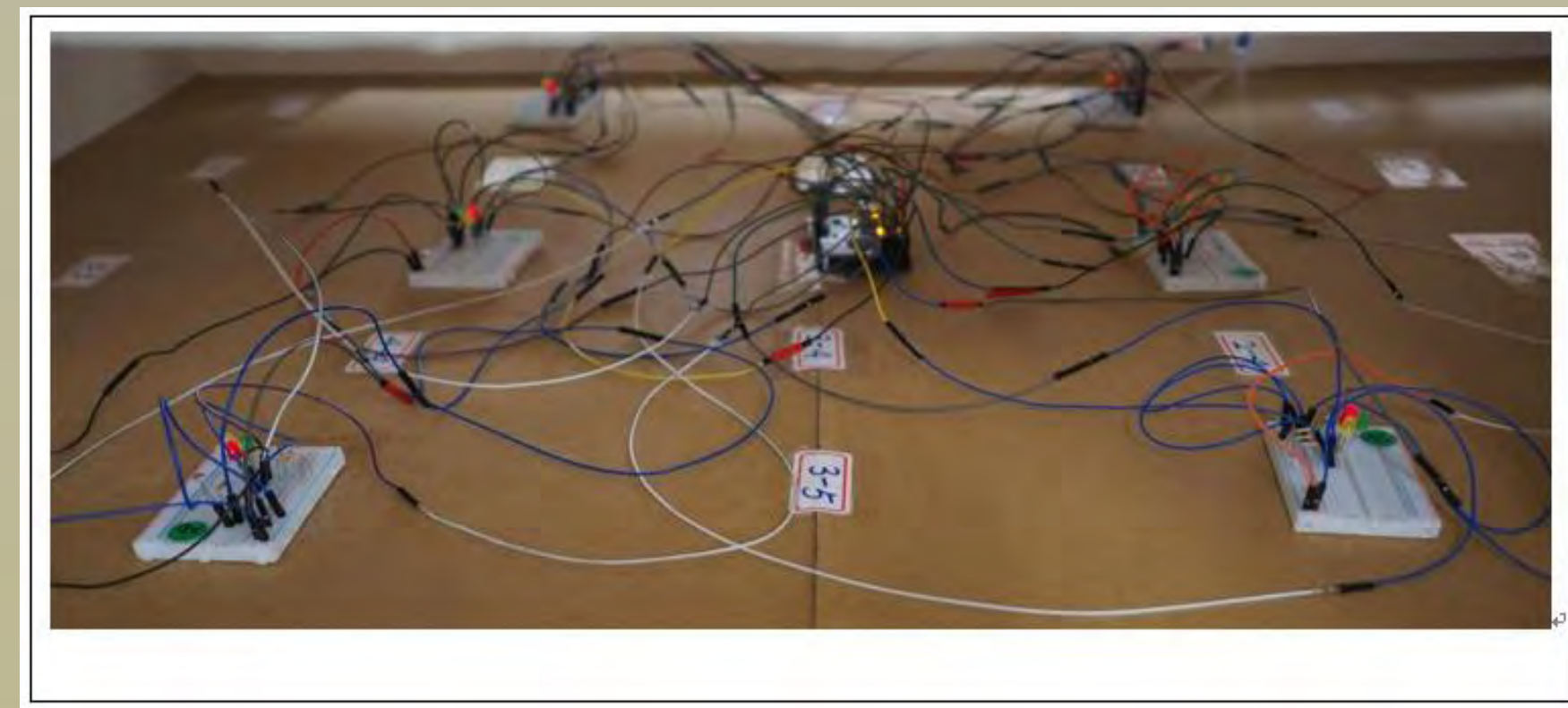
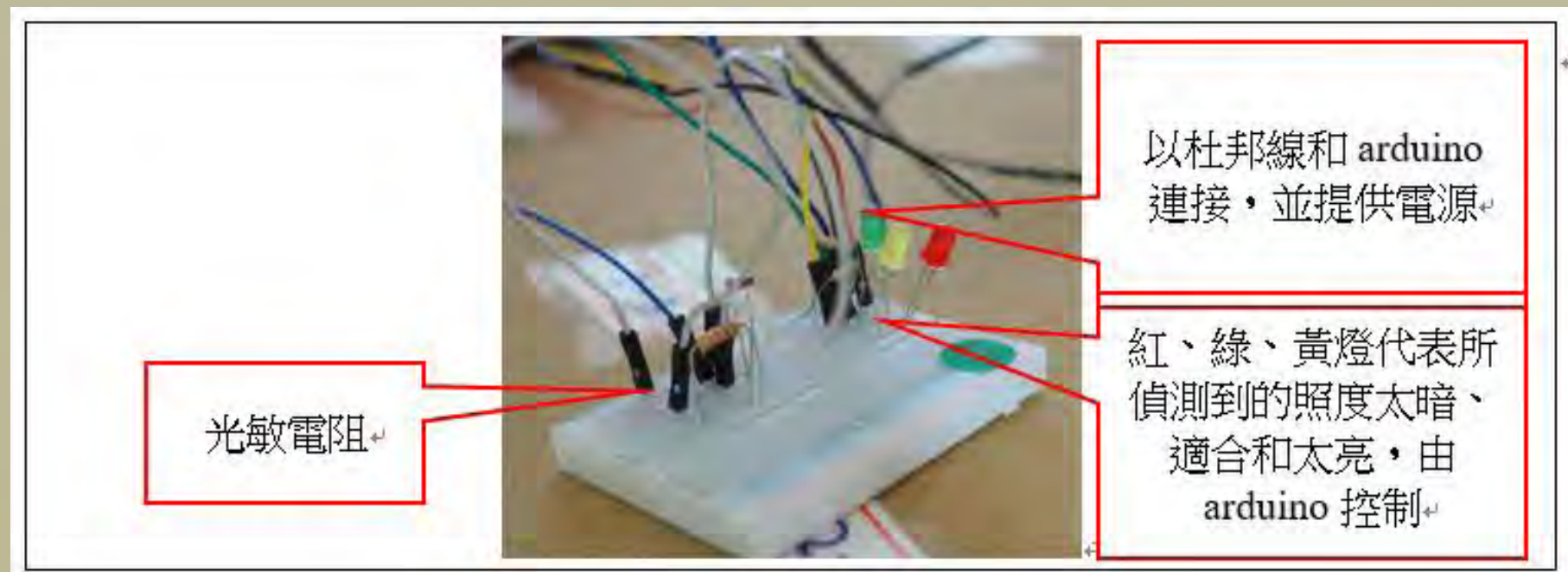
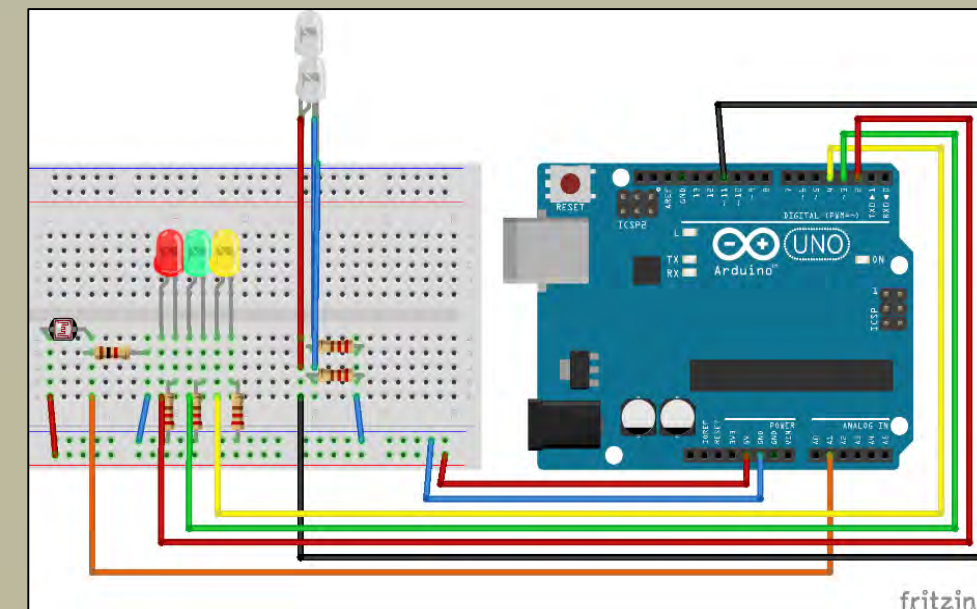
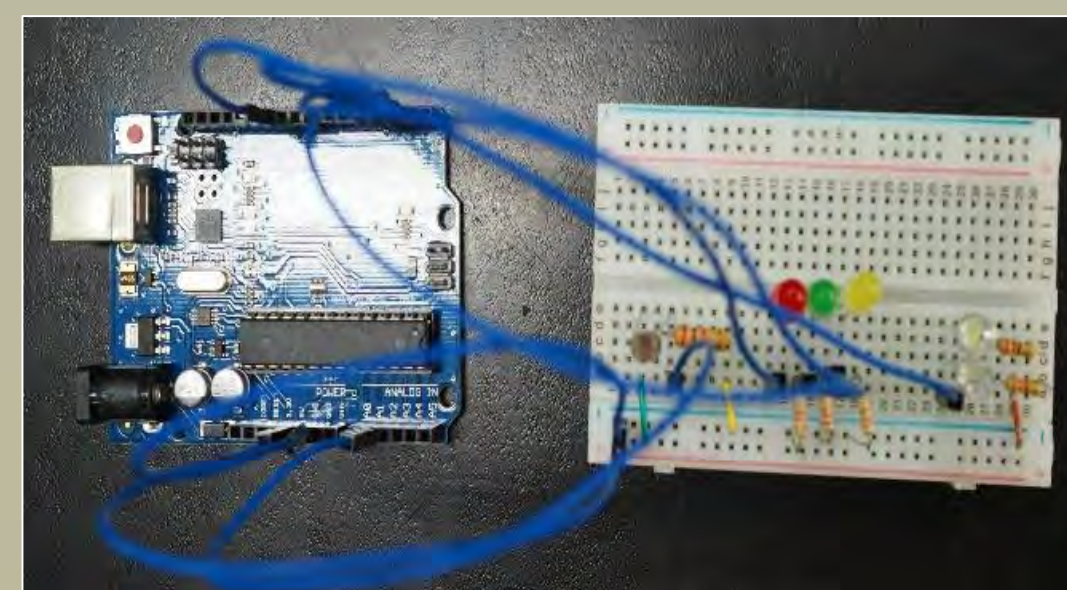
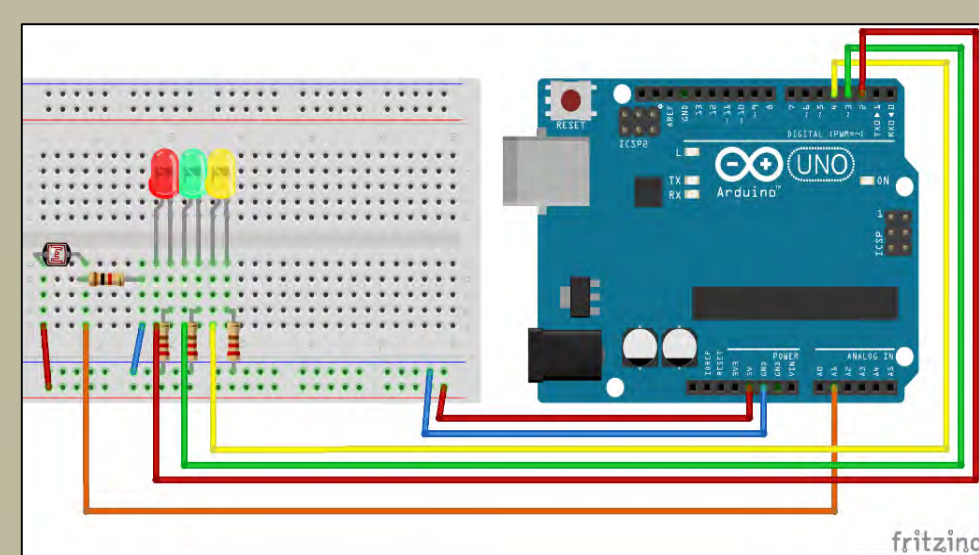
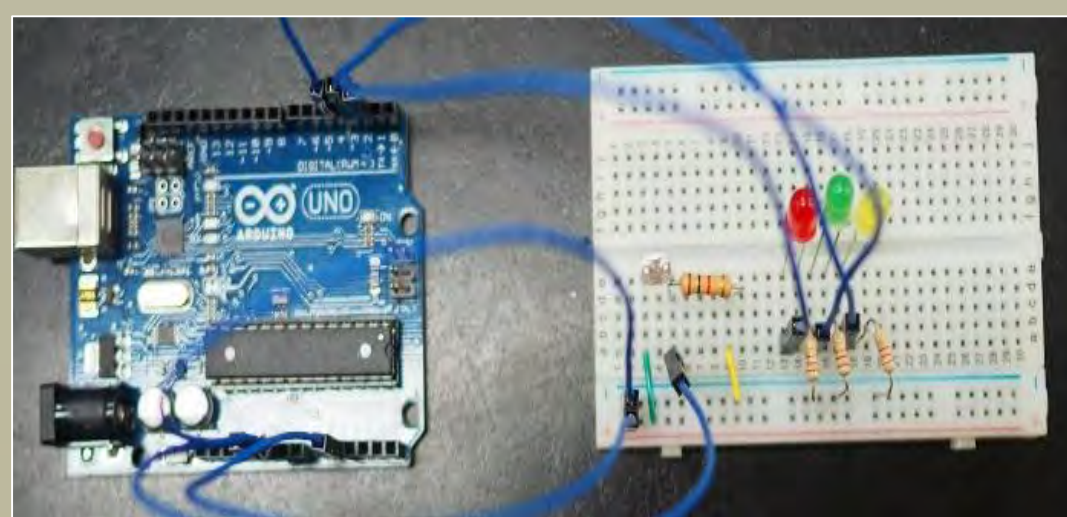
考量將實驗裝置能夠放入模型且具有代表性，我們依據教室尺寸設計製作七分之一比例的模型，除教室內側學習角外其餘窗戶、門和燈具皆與教室陳設相符。在模型天花板切割方形鏤空區塊，配合白色LED燈當作燈源，將電源與模組相連，達到控制的目的。

研究四 教室亮度警示器設計探討

本研究除了以LED燈模擬教室內燈光，也以電燈模擬太陽，再至教室實際測量，且當教室亮度過暗或過亮時，藉由警示器設計，來進行及時控制變更燈號。

(一)研究方法

1.實驗裝置：



2.程式編寫：詳見報告書

3.模型模擬(過程詳見報告書)

將6組偵測裝置放置於模型，並連接LED燈，觀察是否能正確顯示燈號。

4.以外部燈源模擬太陽(過程詳見報告書)

區分為燈源在東南、南與西南方，高度分為高低兩種。

5.教室實測(過程詳見報告書)

將6組偵測裝置放置於教室內，並連接LED燈，觀察是否能正確顯示燈號。

(三)研究結果

1.模型測量

開燈 1	開 2、3
<p>走廊側的光線較亮，使 A1 和 A2 顯示過量的黃燈，模型右後方因為照度太暗而呈現紅燈。</p>	<p>打開第二、三排燈，使模型內側過亮，A3、A5 和 A6 顯示黃燈。</p>

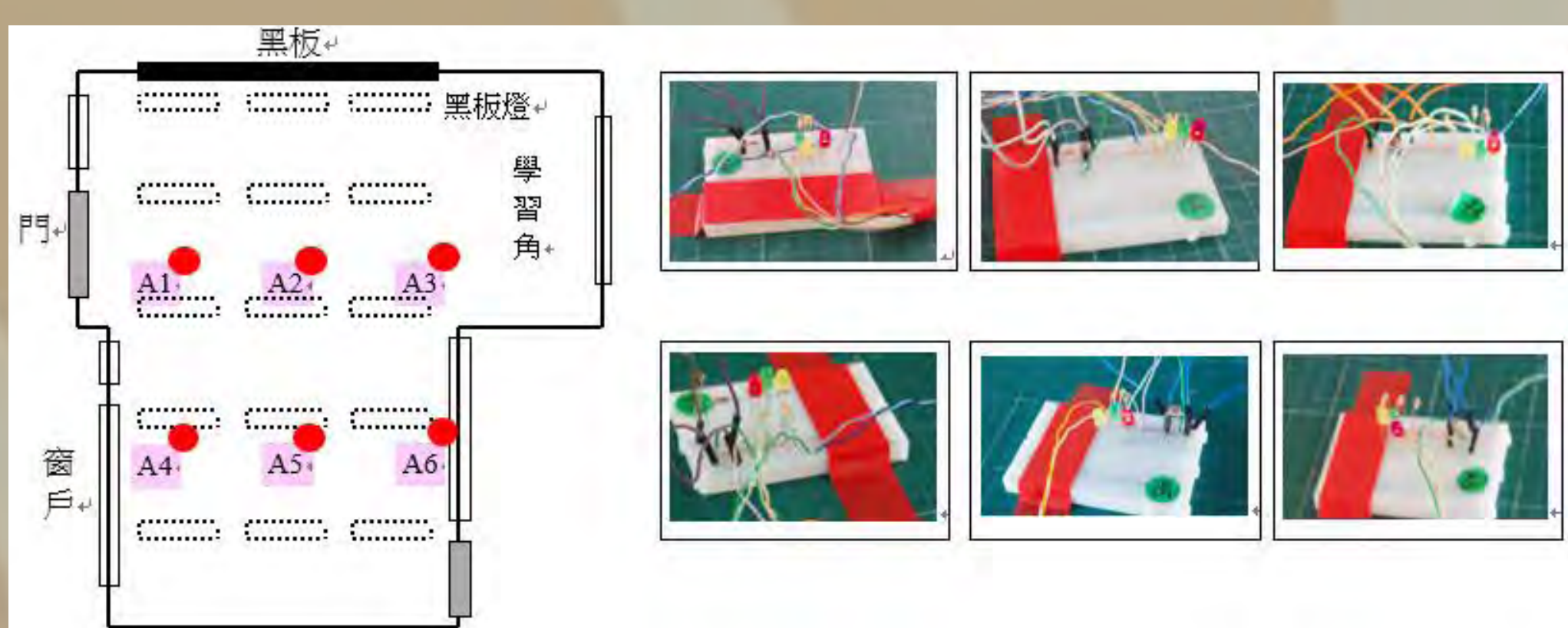
2.以電燈模擬太陽

東方高角度(夏季早上)	西方低角度(冬季下午)
<p>因為燈源照到 A1 和 A2 的地方比較亮，所以過亮，顯示黃燈。</p>	<p>因為燈源照到 A2、A3、A5、A6 的地方，所以過亮，顯示黃燈。</p>

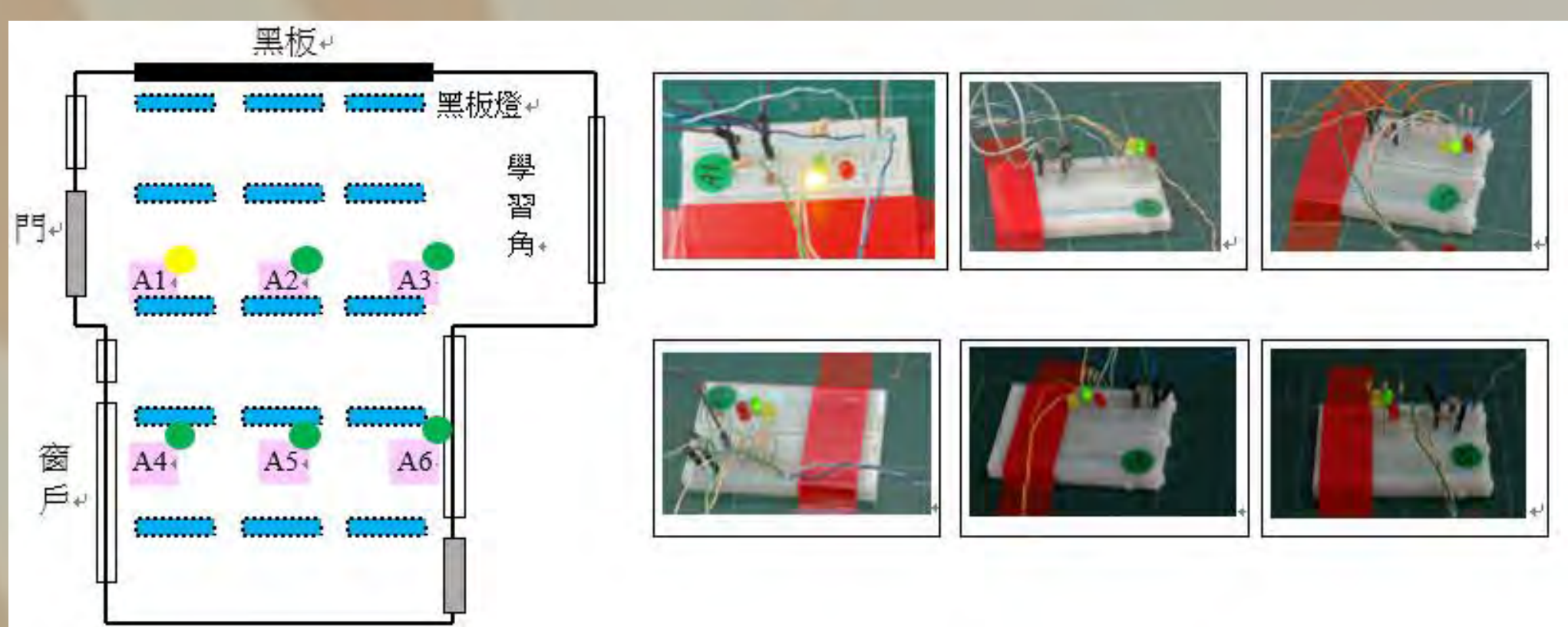
南方高角度(春秋日中午)	南方低角度(冬季中午)
<p>因為燈源照到 A1 和 A2 的地方比較亮，所以過亮，顯示黃燈。</p>	<p>燈源全部照到模型，所以過亮，顯示黃燈。</p>

3.教室實測

(1)燈全關



(2)燈全開



結論

在設定適當光敏電阻輸出值(數值小於300相當於照度350LUX，亮紅燈；數值高於380相當於750LUX，亮黃燈；在範圍內，亮綠燈)，不論是以模型模擬或教室實測，我們設計的「教室亮度警示器」都能夠正確顯示燈號，代表我們設計的裝置確實能放在教室各角落以作為教室亮度警示器。

研究五 教室亮度警示燈源控制器設計探討

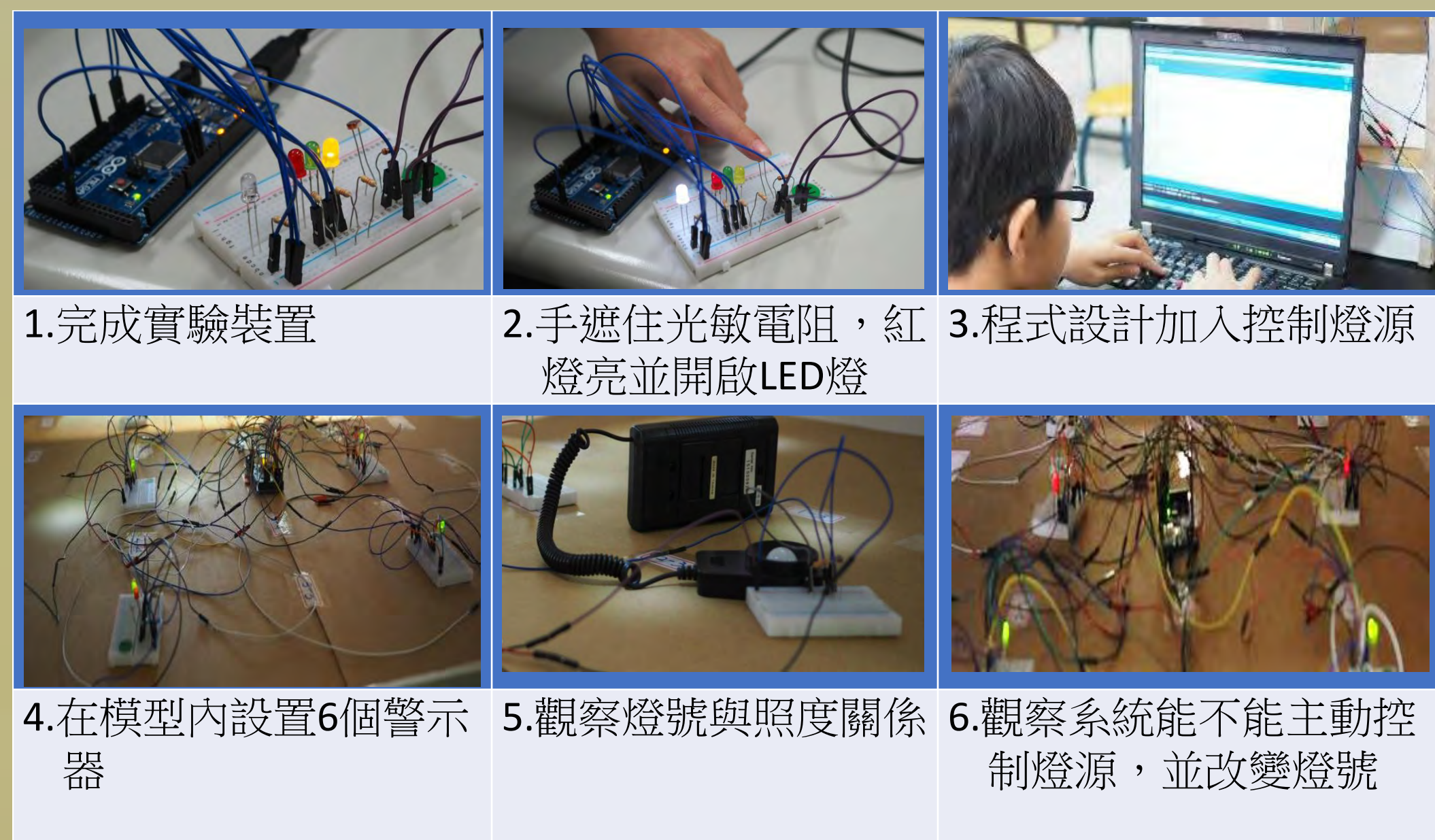
前一個研究能正確依照教室亮度顯示燈號，於是我們想進一步想控制日光燈，使其自動控制明暗。可是arduino的主板是5V的，無法直接控制教室的燈源，於是我們嘗試透過繼電器來控制110V的燈具。

(一)研究方法

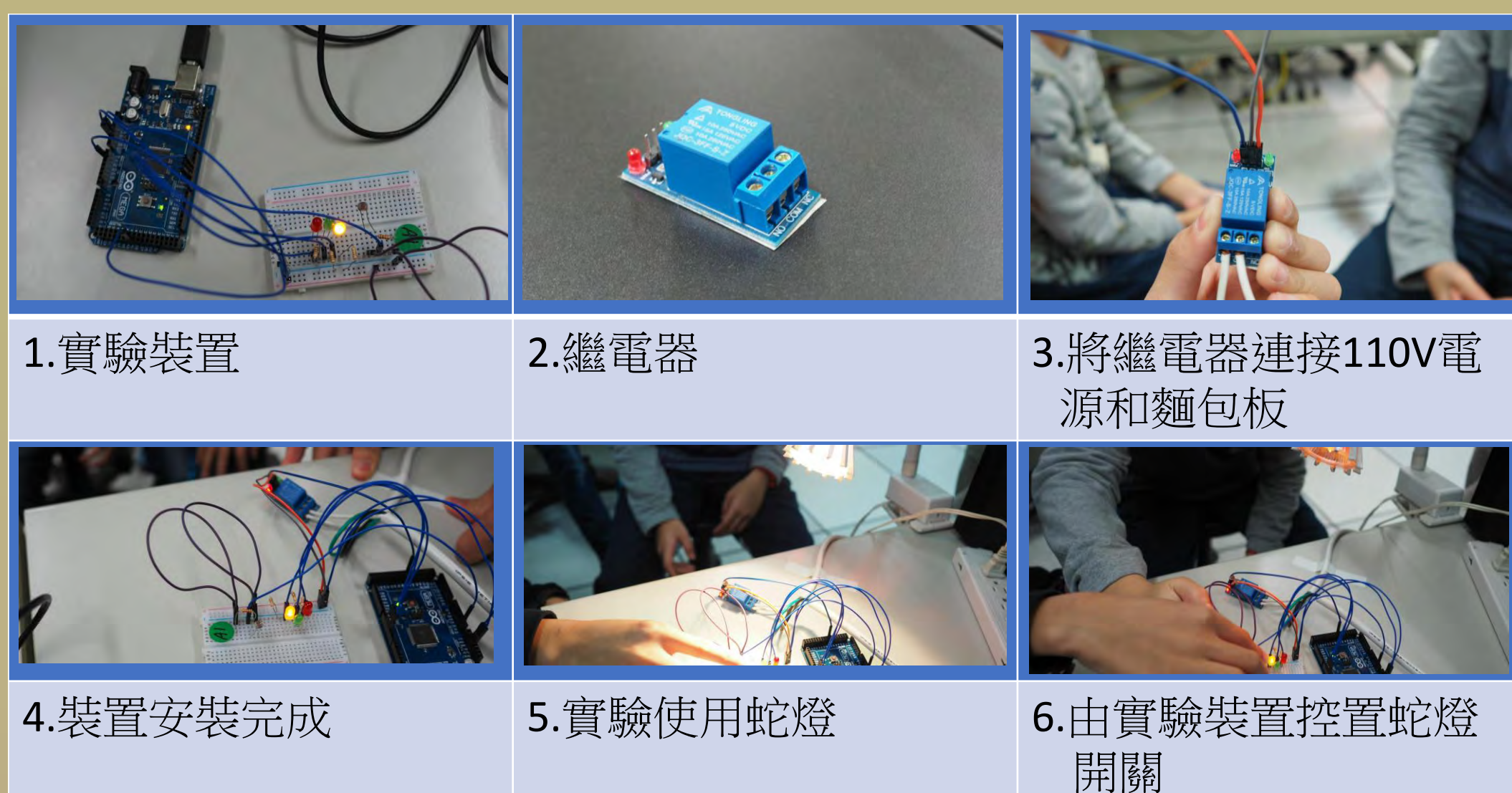
1.實驗裝置：

2.程式編寫：詳見報告書

3.模型模擬



4.以繼電器控制110V燈源

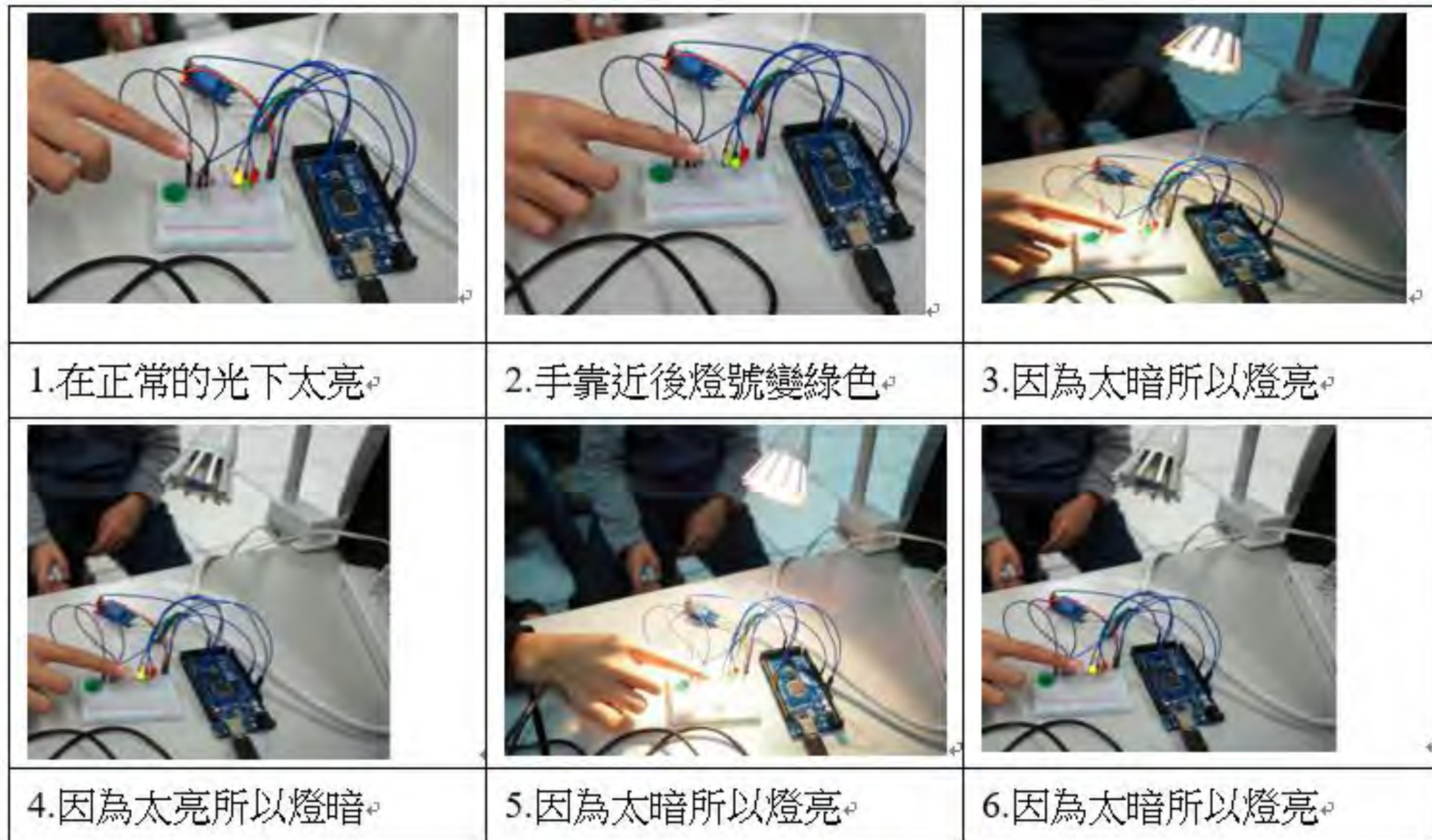


(二)研究結果

1.模型模擬

<p>模型內 LED 燈全開照度太高，所以警示器全亮黃燈。</p>	<p>因為照度太高，控制器主動控制 LED 燈全關閉，使警示器全出現紅燈。</p>
-----------------------------------	---

2.以繼電器控制一個110V燈源



3.以繼電器控制兩個110V燈源



結論

在模型內將我們設計的「教室亮度警示燈源控制器」與LED燈連接，確實可以準確的顯示在教室亮度的燈號上，並且主動控制天花板上的LED燈；以繼電器連接「教室亮度警示燈源控制器」與蛇燈，也能正確顯示燈號與電源，顯示我們設計的裝置確實能夠應用在教室內。